

Participation des divers organes
à la réparation
des pertes azotées par des protéines aptes
à couvrir le besoin de croissance
et réserves hépatiques

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE
DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE ET COLONIALE
ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

Le Juillet 1941

PAR

Arlette MICHEL

née à Entrevaux (Basses-Alpes), le 29 avril 1913.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Examineurs de la Thèse	{ MM. ROCHE, Professeur, <i>Président</i> , CHEVALLIER, Professeur, MALMÉJAC, Professeur, PAILLAS, <i>Agrégé</i> .	{ <i>Assesseurs</i>
---------------------------	---	---------------------

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE MAURICE DECLUME

1941

Participation des divers organes
à la réparation
des pertes azotées par des protéines aptes
à couvrir le besoin de croissance
et réserves hépatiques

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE
DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE ET COLONIALE
ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

Le Juillet 1941

PAR

Arlette MICHEL

née à Entrevaux (Basses-Alpes), le 29 avril 1913.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Examineurs de la Thèse	{	MM. ROCHE, Professeur, <i>Président</i> , CHEVALLIER, <i>Professeur</i> , MALMÉJAC, <i>Professeur</i> , PAILLAS, <i>Agrégé</i> .	}	<i>Assesseurs.</i>
---------------------------	---	---	---	--------------------

LONS-LE-SAUNIER
IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE MAURICE DECLUME

1941

PERSONNEL DE LA FACULTÉ MIXTE

DE

MÉDECINE GÉNÉRALE ET COLONIALE ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

Doyen : Lucien CORNIL

Assesseur : A. CHEVALLIER

Doyen honoraire : L. IMBERT

Professeurs honoraires : MOITESSIER, CASSOUTE

Chargés de Cours honoraires : TIAN, BRUN.

Secrétaire : J. COMTE

Bibliothécaire : M^{lle} GEORGE



Professeurs :

Anatomie.....	CORSY
Anatomie pathologique et Pathologie expérimentale.....	CORNIL
Bactériologie.....	ROUSLACROIX
Chimie analytique et hydrologie.....	RIMATTEI
Chimie médicale.....	ROCHE
Clinique chirurgicale.....	FIOLLE
Clinique chirurgicale.....	BOURDE
Clinique exotique.....	HECKENROTH
Clinique des maladies nerveuses.....	ROGER
Clinique médicale.....	AUDIBERT
Clinique médicale.....	OLMER
Clinique médicale.....	MATTEI
Clinique médicale infantile.....	GIRAUD
Clinique obstétricale.....	VAYSSIÈRE
Clinique ophtalmologique.....	AUBARET
Clinique Oto-Rhino-Laryngologique.....	BREMOND
Clinique urologique.....	CHAUVIN
Histoire naturelle.....	GABRIEL
Histologie.....	ROMIEU
Hygiène générale et coloniale.....	VIOLLE
Médecine légale.....	MOSINGER
Parasitologie.....	JOYEUX
Pathologie interne.....	MONGES
Pharmacodynamie et matière médicale.....	MERCIER
Pharmacie.....	VIGNOLI
Physiologie.....	COTTE
Physique.....	CHEVALLIER
Thérapeutique.....	GAUJOUX
Stomatologie (Professeur sans chaire).....	BELTRAMI
Physiologie (Professeur sans chaire).....	MALMÉJAC

Chargé de cours :

Clinique dermatologique VIGNE

Agrégés en exercice :

MM. PIÉRI	MM. SAUTET	MM. ARNOUX
JAYLE	BALANSARD	DELPHAUT
MOIROUD	BRAHIC	IMBERT
CARCASSONNE	FIGARELLA	AUDIER
BERTHIER	SALMON	CHOSSON
POINSO	PAILLAS	DOR
DUBOULOZ		RECORDIER

Agrégé libre :

M. QUINTARET

Chargé des fonctions d'agrégé :

Chimie médicale..... DERRIEN

Chargés de Cours complémentaires :

Anatomie descriptive et topographique	SALMON
Médecine du travail.....	PERIOT
Psychiatrie	ALLIEZ
Toxicologie	GUILLOT
Chimie biologique	DUMAZERT



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549014_0028

A LA MÉMOIRE DE MADAME ANDRÉE ROCHE,

CHARGÉE DES FONCTIONS D'AGRÉGÉ DE CHIMIE BIOLOGIQUE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE.
CHARGÉE DE RECHERCHES (CAISSE NATIONALE DES SCIENCES).

A MON MAÎTRE, MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN ROCHE,

En témoignage de ma profonde gratitude pour la compréhension et la bienveillance que j'ai toujours trouvées auprès de lui durant mes années de laboratoire, et encore, lorsque la guerre est venue interrompre mon travail. Qu'il me permette de lui exprimer ici ma bien vive reconnaissance.

A MA GRAND-MÈRE ANNE COCHAT.

A MON PÈRE PAUL MICHEL,

NOTAIRE,

PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE DES NOTAIRES DES BASSES-ALPES.

A MA MÈRE GERMAINE MICHEL.

A MON FRÈRE JEAN-GUY MICHEL,

DOCTEUR EN MÉDECINE.

A MA SŒUR MIREILLE.

A TOUS LES MIENS.

A MES AMIS.

A MON JURY DE THÈSE

Très respectueusement.

A MONSIEUR CHRISTIAN DUMAZERT.

CHARGÉ DE COURS A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE.

A MONSIEUR HENRY FOUQUE,

MON MAÎTRE DE STAGE.

A MES CAMARADES
DU LABORATOIRE DE CHIMIE BIOLOGIQUE.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
Participation des divers organes à la réparation des pertes azotées par des protéines aptes à couvrir le besoin de croissance et réserves hépatiques	11
Introduction et objet du travail	11
A. <i>Les réserves azotées</i>	11
Localisation des réserves	12
Constitution des réserves	18
Mécanisme de la fixation et de la mobilisation de l'azote	20
B. <i>Réserves et usure</i>	22
Usure	22
Réserves	23
C. <i>Existe-t-il des protéines de réserve musculaires et hépatiques?</i>	24
D. <i>Régénération des protéines tissulaires perdues par protéolyse</i>	27
Recherches personnelles	30
A. <i>Marche des expériences et techniques</i>	32
Préparation des régimes et étude des animaux (poids et bilan azoté).....	32
Prélèvement et analyse des organes....	36
B. <i>Résultats expérimentaux</i>	39
Données générales sur les animaux (variations de poids et bilans)	39
I. Variations de poids des organes	42
II. Variations de l'azote total des organes	46
III. Composition des organes (eau, constituants azotés, lipides).	49

C. <i>Exposé d'ensemble et discussion des résultats.</i>	56
I. Variations de poids des organes aux divers régimes....	56
Variation de chaque organe aux divers régimes	56
Variations des divers organes à un même régime	60
II. Variations de la teneur en azote total des organes.....	61
Variations de chaque organe aux divers régimes	63
Variations des divers organes à un même régime	65
III. Teneurs du foie et du muscle en diverses fractions azotées après réalimentation protéique par divers régimes....	66
D. <i>Discussion des résultats</i>	68
I. Comportement du foie, des reins, du cœur et des muscles au cours de la réparation des pertes azotées par des régimes renfermant des protéines couvrant le besoin de croissance	68
Réserves hépatiques et réparation des pertes azotées	70
II. Réparation des pertes azotées, régénération des réserves protéiques du foie et nature des protéines du régime...	72
CONCLUSIONS	75
BIBLIOGRAPHIE	79

INTRODUCTION ET OBJET DU TRAVAIL.

A. *LES RÉSERVES AZOTÉES.*

Un animal adulte au jeûne total ou recevant un régime très pauvre en protéines perd de l'azote par l'urine et les matières fécales et maigrit, car son besoin minimum en azote n'est pas couvert. Par contre, si les aliments renferment en quantité suffisante des protéines, la quantité d'azote présente dans les excréta devient rapidement égale à celle ingérée. On dit alors qu'il y a équilibre azoté.

Cette correspondance entre l'ingestion et l'excrétion persiste quand on modifie les quantités d'aliments protéiques administrées, mais l'établissement de l'équilibre ne s'opère alors qu'après un certain temps perdu.

La réduction de l'ingestion de protéines chez un animal antérieurement en équilibre azoté provoque une diminution immédiate des pertes, mais, avant que l'on atteigne un balancement exact entre celles-ci et les gains, il s'écoule une période pendant laquelle les animaux rejettent plus d'azote qu'ils n'en reçoivent. Inversement, lorsqu'on enrichit le régime en azote, les quantités excrétées demeurent pendant quelques jours inférieures à celles ingérées. Tout se passe donc comme si, dans le premier cas, une réserve azotée était utilisée avant atteinte de l'équilibre, et comme si, dans le second, la réserve se reconstituait. Mais

il s'agit là de petites quantités d'azote, et les organismes peuvent en mobiliser beaucoup plus. C'est ainsi qu'à l'inanition totale, les rats peuvent perdre jusqu'à 20 p. 100 de leur azote total et que lors de l'inanition protéique, ils en perdent environ de 23 à 55 p. 100, comme il ressort d'un travail d'ensemble poursuivi à ce sujet par A. ROCHE [45].

Il existe donc deux fractions d'azote mobilisable pour la couverture du besoin endogène de l'organisme. L'une et l'autre peuvent jouer le rôle de réserve. Quelles sont leur localisation, leur constitution, et le mécanisme de leur utilisation ?

Localisation des réserves. — Un fait a rapidement retenu l'attention des biochimistes. *Le poids du foie présente des variations considérables suivant la richesse du régime en protéines et ces variations sont parallèles à celles de la teneur en azote de l'organe. Par ailleurs, un régime hypoazoté provoque une fonte musculaire marquée et une réduction généralisée de la masse des organes.*

A l'heure actuelle, l'existence de réserves d'azote dans le foie ne peut plus être niée. Les observations de PUGLIESE [43], de NOËL [35], de GAUTIER [14, 18], de SEITZ, mettent en évidence que le foie subit un accroissement de volume important après une surcharge alimentaire en protides. En cas de jeûne azoté, le foie est le plus atteint parmi les organes ; il subit la fonte tissulaire la plus intense : 60 à 70 p. 100 de son poids et 50 à 60 p. 100 de ses protéines (ADDIS, POO et LEW [4] ; ROCHE, DROUINEAU, FOUQUET et PASSELAIGUE [53]). De récentes recherches dues à l'Ecole américaine ont fait ressortir l'importance du foie comme organe de réserve. L'administration à la Grenouille ou au Rat d'un régime riche en protéines provoque

non seulement une augmentation du volume du foie, mais encore un enrichissement de celui-ci en azote, le taux des diverses protéines contenues dans l'organe s'élève au cours des expériences où se constituent les réserves et s'abaisse pendant l'inanition. AYRES et LEE, ADDIS, POO et LEW [4, 5] ont, par ailleurs, essayé de déterminer quelle est l'aptitude des divers organes à fixer ou à mobiliser des constituants protéiques dans différentes conditions. La proportion des protéines totales des uns et des autres disparaissant chez le Rat pendant un jeûne de sept jours est très variable suivant l'organe étudié. Le foie perd 40 p. 100 de ses protéines, la prostate et les vésicules séminales 39 p. 100, le cœur, le rein, le tube digestif, la rate, 18 à 28 p. 100, le muscle, la peau et le squelette 8 p. 100, le cerveau 5 p. 100. Dans une période de jeûne plus courte (deux jours), l'importance de la participation des constituants azotés du foie à la couverture des besoins azotés ressort plus nettement encore. En effet, 20 p. 100 des protéines hépatiques disparaissent en 48 heures d'inanition, tandis que les autres tissus ne perdent pas plus de 4 p. 100 des leurs. Enfin, après une période de jeûne, l'administration de caséine provoque rapidement un enrichissement du foie, et à un degré moindre, du rein en protéines, tandis que celles-ci ne se déposent pratiquement pas dans le muscle. On doit donc considérer comme certain que le foie est apte à emmagasiner des réserves protéiques qui se forment ou disparaissent très facilement suivant les besoins, et permettent, partiellement au moins le jeu mobile de l'équilibre azoté.

Aux données biochimiques se sont adjointes des preuves d'ordre histologique et chimique. Parmi les travaux histologiques, ceux de BERG [6], repris par

NOËL [35] ont mis en évidence la formation de granulations protéiques dans le foie d'animaux nourris à la viande. A l'appui de ces recherches, et leur apportant une confirmation, les expériences de GAUTIER et de LUCK [27 à 29] [14 à 21] ont démontré une augmentation du taux de l'azote total dans le foie d'animaux soumis à un régime analogue à celui utilisé par NOËL [35]. LUCK [27] après avoir obtenu une augmentation de poids et un enrichissement du foie en azote a réussi à analyser les protéines hépatiques et à isoler certaines d'entre elles, bien que l'opération soit très délicate. D'autre part le rôle du foie comme organe collecteur d'acides aminés est mis en relief par l'expérience de van SLYKE et MEYER [66] démontrant que chez un animal normal, recevant en abondance des protéines, l'injection d'acides aminés ou de protides, provoque un accroissement de l'azote extractif hydrosoluble dans le foie.

Tous ces faits font ressortir le rôle du foie en tant qu'organe de réserve, amassant en période d'abondance, et se vidant quand les conditions deviennent défavorables.

L'existence de ces réserves est certaine, mais elle ne semble pas devoir rendre entièrement compte de la longue survie d'un animal recevant un régime complètement dépourvu d'azote. Comme l'ont montré ADDIS, POO et LEW [4], elles disparaissent dès le début de l'inanition et c'est probablement à cela qu'est due la forte azoturie de cette période de jeûne. Mais l'animal ayant à couvrir ultérieurement son besoin azoté et ne recevant plus de protides, doit pour continuer à vivre, user d'autres réserves, ce qui fait supposer l'existences de protides de réserve, autre que les hépatiques. De nombreux faits confirment cette hypo-

thèse : tout d'abord la fonte musculaire et tissulaire subie par tous les organes au cours de l'inanition protéique, ensuite le phénomène de transport endogène d'azote en vue de l'édification des protéines, phénomènes observés dans de nombreux cas dont voici les plus caractéristiques :

MÉTAMORPHOSE DU CRAPAUD ACCOUCHEUR. — Le têtard de cet animal cesse, au mois de mai, de se nourrir, pendant 5 semaines. Pendant cette période, la queue très volumineuse au début se rapetisse peu à peu et disparaît, tandis que l'animal se métamorphose. Il y a donc eu formation des protéines des divers tissus aux dépends des protéines de la queue.

OBSERVATIONS SUR LE SAUMON AU COURS DU FRAL. — Le Saumon mâle et femelle, remonte les rivières pour frayer, il reste plus d'un mois sans s'alimenter, effectuant un long parcours. Les testicules du mâle qui au début ne représentent que 0,105 p. 100 de son poids, atteignent jusqu'à 6 p. 100 à la fin de cette période. Leurs croissance se fait aux dépends des autres tissus, en particulier du muscle.

DÉVELOPPEMENT DU FŒTUS. — Normalement, le fœtus emprunte la majeure partie de ses matériaux aux aliments ingérés par la mère ; en cas de besoin il fait appel aux protéides tissulaires de la mère. Cette possibilité, signalée par Van Eecke a été démontrée par des expériences d'inanition protéique poursuivies sur le Rat jusqu'à la mort de l'animal (A. Roche). Plusieurs femelles recevant un régime pratiquement exempt d'azote, ont mis bas 25 jours après le début du jeûne. Les portées de 5 à 8 rats normalement constitués, ont la même teneur en azote que les animaux témoins. La durée de gestation étant de 25 à 28 jours,

on peut affirmer que le fœtus s'est constitué aux dépens des protéides maternels.

ANÉMIE EXPÉRIMENTALE. — WHIPPLE a montré que chez des chiens soumis à l'inanition protéique, après une saignée abondante, l'hémoglobine se reforme aussi rapidement que chez des chiens recevant un régime normal. Il y a donc eu mobilisation des protéines de certains tissus pour la formation des hématies.

SÉCRETION LACTÉE AU COURS DU JEUNE. — La Vache soumise au jeûne prolongé continue à sécréter du lait ; les protéines du lait se forment donc aux dépens des tissus protéiques.

Le muscle, jouerait-il lui aussi le rôle de réserve azotée ?

Le départ d'azote, et les modifications de la cellule musculaire, au cours de l'inanition totale et protéique ont été étudiées par A. ROCHE [46, 48]. Le Rat soumis au jeûne azoté, jusqu'à ce que mort s'ensuive perd environ 50 p. 100 de son azote total, le muscle subit alors une fonte musculaire importante et l'examen histologique révèle une diminution du volume des fibres, un abaissement du rapport nucléoplasmaque, de 18 p. 100 à l'inanition totale, et de 12 p. 100 à l'inanition protéique, en même temps que l'on note l'apparition de cellules syncytiales. L'inanition protéique, conduit à une atrophie du muscle plus marquée que dans le cas du jeûne. Quant à la composition chimique du muscle, elle subit d'importantes modifications. Tandis que chez le Rat normal ou mort d'inanition, la teneur en azote de la protéine musculaire varie peu, chez le Rat mort d'inanition protéique, cette valeur subit de grandes variations, dimi-

nuant ou augmentant suivant les individus. La teneur en acides monoaminés des protéines musculaires totales augmente au cours de l'inanition protéique, tandis qu'elle s'appauvrit en acides aminés. Ces protéines contiennent la même quantité d'arginine, d'histidine, de cystine que celles du muscle normal, mais moins de tryptophane, de tyrosine, et surtout de lysine.

La part importante prise par le muscle au cours de l'inanition protéique dans la couverture du besoin azoté inclinerait à attribuer au muscle un rôle de réserve. AYRES et LEE, ADDIS, POO et LEW ont étudié la participation des autres organes à la couverture du besoin azoté, et la mobilisation de l'azote. Au cours du jeûne, le foie perd en 7 jours 40 p. 100 de ses protéines, la prostate et les vésicules séminales 29 p. 100, le cœur 18 p. 100, le cerveau 8 p. 100. J. ROCHE, PASSES-ALAIGUE, DROUINEAU, FOUQUET ont repris cette étude en donnant aux Rats un régime de base ternaire, auquel a été adjoint des protéines de différentes valeurs, afin de déterminer les modifications apportées aux divers organes. Le foie apparaît comme présentant dans tous les cas la forte tissulaire la plus intense ; il perd environ 50 p. 100 de son poids et de ses protides au jeûne total et au jeûne protéique « et il ne les reconstitue pas, de façon permanente tout au moins, quand les animaux reçoivent des aliments azotés (aptes ou non à couvrir le besoin de croissance ou d'entretien) après une période prolongée d'inanition protéique ».

Le poumon subit également des pertes importantes, plus faibles qu'à l'inanition protéique, mais ici les résultats doivent être interprétés avec circonspection à cause des perturbations plus ou moins gran-

des apportées par la stagnation du sang dans l'organe. Le cerveau subit des pertes moins considérables, mais non négligeables. Le cœur et le rein peuvent réparer leurs pertes à des degrés divers après l'ingestion de protéines, même lorsque les autres organes continuent à perdre du poids ; il y a diminution de l'usure, mais on ne peut préciser, si cette diminution se fait aux dépens d'acides aminés d'origine endogène ou exogène.

Il existe donc une hiérarchie des organes au point de vue de la réparation tissulaire.

Constitution des réserves. — Nous nous occuperons plus particulièrement ici du foie et du muscle, tissus les plus touchés par l'inanition protéique. Ils sont sérieusement atteints au cours du jeûne total et azoté et, par contre, reprennent assez vite au moment où l'animal reçoit un régime riche en protéines (à conditions toutefois que les pertes subies n'aient pas été trop considérables). Peut-on parler alors de réserves musculaires et hépatiques, et quelle est leur constitution ?

Les réserves du foie ont été mises en évidence par les nombreuses observations et expériences citées plus haut, par les recherches tant histologiques que chimiques de BERG [6], NOËL [35], LUCK [27] et GAUTIER [14 à 21], démontrant l'existence de granulations protéiques, et décelant à l'analyse la présence dans le foie de protéines néoformées.

Différentes hypothèses ont essayé de préciser la nature de l'azote perdu au cours du jeûne : ABDERHALDEN [1, 2, 3], ainsi que GREENE [22] supposent l'existence dans le muscle de deux protéines, l'une de réserve, l'autre de constitution, mais aucun fait expérimental n'a pu jusqu'ici justifier cette hypothèse.

TERROINE et ses collaborateurs [58 à 65] estiment que l'organisme en cas de besoin fait appel à l'azote protoplasmique, la teneur en azote total ne diminuant pas quelles que soient les conditions, mais augmentant légèrement, on ne saurait admettre l'existence de réserves, il y aurait simple déplacement de protéines. MAC COLLUM et STEENBOCK [30] pensent que l'apport exogène d'azote manquant, l'organisme disloque partiellement les protéines musculaires en libérant des polypeptides simples et des acides aminés. STEENBOCK ne reconnaît pas la nature protéique des réserves azotées musculaires, il a montré que le « réservoir » d'azote pouvait être rempli par une protéine déficiente telle que la zéine, ou même simplement par des sels ammoniacaux ; l'édification de protéines demanderait selon lui, l'apport de tous les acides aminés constitutifs de leur molécule, et dont l'organisme ne sait pas faire la synthèse. Pour FOLIN et DENIS [12], cette réserve est formée par des acides aminés libres retenus par adsorption au tissu musculaire, et constituant l'azote aminé retrouvé dans l'extractif lors de l'analyse du muscle. Cet azote est constitué en grande partie par de l'ammoniaque, de l'urée de la créatine de la créatinine des acides aminés. Le taux des acides aminés libres est constant quel que soit le régime ; VAN SLYKE et MEYER [66] pensent que cet azote extractif joue le rôle d'intermédiaire dans la destruction et l'édification des protéines tissulaires et c'est là aussi la conclusion des recherches d'A. ROCHE [44]. MAC COLLUM reprenant ces travaux émet l'hypothèse qu'il existe une unique protéine dans le muscle, cette protéine étant capable de subir une dislocation partielle, et de libérer au moment du besoin, les acides aminés indispensables au fonctionnement

des tissus. CAHN pense que le muscle peut renfermer soit plusieurs protéines de composition différente, disparaissant à des vitesses inégales au cours du jeûne, soit une seule albumine à composition moléculaire variable suivant l'état du sujet. Cette hypothèse est en accord avec la théorie de KOSSEL ; il suppose que toutes les protéines sont constituées par un groupement prosthétique composé surtout de bases hexoniques, placé au centre de la molécule et déterminant sa grandeur. Autour de ce noyau, les acides aminés seraient fixés, par des chaînes de valences primaires et secondaires, de façon stable dans le premier cas, tandis que, dans le second, les chaînes possèderaient une grande labilité. En cas de besoin, l'organisme utilise ces chaînes facilement mobilisables.

c) **Mécanisme de la fixation et de la mobilisation de l'azote.** — Il ne faudrait peut-être pas parler de réserves protéiques musculaires au sens strict du mot, c'est-à-dire de formation d'enclaves protéiques comme dans le foie, mais il y a mise en liberté d'azote au niveau du muscle, et il est hors de doute que l'entretien de l'animal pendant la longue période de survie au jeûne azoté est rendu possible grâce à cette libération. Le problème des pertes et des rétentions tissulaires se pose. Lorsque le besoin d'entretien n'est pas satisfait par l'apport alimentaire, chaque tissu consomme-t-il ses propres constituants, ou bien y a-t-il transport d'un organe à l'autre des produits de la protéolyse cellulaire ? Ou lorsque l'animal retient de l'azote sans opérer la synthèse de protéines, sous quelles formes cet azote est-il fixé ? L'étude des différentes fractions de l'azote tissulaire fournit des renseignements utiles à ce sujet : l'azote total du muscle ne varie pas tandis que l'azote extractif hy-

drosoluble croît. Ce dernier présente un intérêt particulier ; son taux ne varie pratiquement pas dans les différents tissus, avec des régimes riches ou pauvres en protéïdes. Selon VAN SLYKE et A. ROCHE on doit le considérer comme le témoin d'un équilibre entre la destruction des protéïnes et leur édification ; il jouerait le rôle d'intermédiaire (SHERMANN) et son taux serait la résultante d'un équilibre :

Acides aminés de l'extractif $\longleftrightarrow$ Acides aminés des
protéïnes musculaires

Le mécanisme par lequel cet azote passe d'une forme à l'autre paraît être le suivant : Les protéïnes, énormes molécules à chaînes de valences secondaires très labiles, libèrent des acides aminés, constituant l'azote extractif, qui sont transportés là où le besoin azoté se fait sentir pour reconstituer d'autres protéïnes indispensables à la vie de certains tissus ; c'est ainsi que le cœur et les reins conservent cette masse à peu près intacte au cours de l'inanition protéïque, tandis que les autres organes perdent plus rapidement leur azote. La vie de l'organisme exige l'entretien constant du cœur et des reins, entretien qui se fait aux dépens de la réserve hépatique d'abord, et quand celle-ci est épuisée, du muscle et des autres organes. Les protéïnes libèrent leurs chaînes secondaires d'acides aminés qui sont directement utilisables ; si bien qu'il s'établit un équilibre entre les acides aminés de l'extractif et les acides aminés des protéïnes musculaires. Si le jeûne azoté se poursuit, les chaînes latérales de la molécule ayant été libérées à un taux trop élevé pour conserver l'identité de la molécule protéïque, le noyau prosthétique est éliminé, et il y a dégradation du protoplasme.

B. — *RÉSERVES ET USURE.*

Usure. — Un animal soumis à l'inanition protéique, élimine cependant de l'azote par les matières fécales et l'urine ; il y a alors départ d'azote sans apport exogène. De plus, l'animal dépérit et meurt après un laps de temps plus ou moins long, ce qui fait penser à un défaut de couverture pour un besoin de l'organisme. On s'est demandé quelle était la nature de ce besoin.

RUBNER voit dans l'élimination de l'azote une dépense d'usure, les cellules se détruisant en totalité ou en partie : desquamation épithéliale, destruction des globules rouges, sécrétions glandulaires, chute de poils. OSBORNE et MENDEL [36 à 40] pensent qu'il n'y a pas à proprement parler d'usure tissulaire, la désintégration cellulaire ne se produisant qu'en l'absence totale ou partielle d'apport en matières protéiques indispensables au fonctionnement de l'organisme. FOLIN admet pour sa part, deux sources de perte : l'usure se produit, se traduisant par un rejet de créatinine dans l'urine, rejet indépendant de l'apport alimentaire ; il existe par ailleurs, une perte d'azote, (urée, sels minéraux d'ammoniaque) dont la grandeur est variable et dépend du régime alimentaire ; enfin, les produits de la desquamation intestinale, traduisant une usure localisée, sont éliminés par les matières fécales en quantité variable.

Un organisme, a non seulement besoin d'azote pour couvrir l'usure de ses tissus, mais encore pour son fonctionnement ; aussi peut-on parler ici d'une différenciation entre les besoins d'entretien et d'usure : entretien englobant le fonctionnement de certains tissus (peau, phanères, les sécrétions glandulaires), et

l'usure marquant le vieillissement des tissus. De plus il faut tenir compte de la perte d'azote subie lors des échanges indispensables à la vie cellulaire.

Dans son entretien, il est à remarquer que l'organisme règle son besoin ; en cas de régime carencé en azote il modère l'usure des tissus, il vit en réduisant ses dépenses au minimum, tandis qu'en période de régime riche en protéine, il reprend un métabolisme normal. De plus chez l'adulte ou le jeune, ces besoins se manifestent différemment quant à leur intensité et à leur nature, les mêmes protéines suffisant au premier et ne permettant pas au second la formation de nouveaux tissus.

Réserves. — Si à un régime carencé en azote, ou normal, succède une alimentation riche en protéines il y a fixation importante d'azote ; cette rétention varie avec l'âge, très grande chez le jeune, elle diminue au fur et à mesure que celui-ci approche de l'état adulte pour arriver à un minimum.

Chez le jeune la question des réserves est secondaire, l'organisme utilisant tout apport exogène pour l'élaboration des nouveaux tissus. Chez l'adulte il n'y a plus de besoin de croissance. Nous avons déjà vu que tous les organes à des degrés divers participaient aux pertes d'azote et le mécanisme de cette élimination ; lorsqu'il y a rétention, de quelle façon se fait-elle, dans quels organes et sous quelle forme ? On peut présumer déjà qu'elle se fait par un mécanisme inverse de l'élimination. MAC COLLUM pense que l'azote retenu est mis de côté par l'organisme sous forme d'acides aminés, pour la réédification des tissus. FOLIN et DENIS admettent cette hypothèse et attribuent au muscle le pouvoir de fixer l'azote ; ce dernier constitue « l'extractif » et sert d'intermédiaire entre

les nouvelles protéines et l'apport alimentaire, selon un processus qui peut être schématisé de la façon suivante :

Acides aminés alimentaires $\longrightarrow$ N extractif $\longrightarrow$ protéines musculaires

De même que la molécule protéique s'était amputée de ses chaînes secondaires d'acides aminés, elle les fixe lorsque, les conditions sont redevenues favorables, à conditions toutefois que le noyau de la molécule n'ait pas été éliminé par suite d'une usure trop considérable. L'azote retenu a conduit à la synthèse de protéines puisque celles-ci constituent la plus grande partie des formations nouvelles (fœtus, lait, frai de Saumon).

C. — *EXISTE-T-IL DES PROTÉINES DE RÉSERVES MUSCULAIRES ET HÉPATIQUES ?*

Nous avons déjà essayé de nous faire une idée sur le mécanisme de la fixation ou du départ d'azote dans le muscle. L'hypothèse la plus séduisante, nous a paru être celle de MAC COLLUM. Lorsque l'azote indispensable au fonctionnement de l'organisme n'est plus apporté par le régime alimentaire, celui-ci est fourni non par une ou des protéines de réserve, mais grâce à la dislocation partielle des protéines avec mise en liberté de polypeptides simples ou d'acides aminés directement utilisables par l'organisme. Cette hypothèse a été confirmée par les travaux d'A. ROCHE ; elle est en accord avec la conception de KOSSEL sur la constitution de la molécule protéique. Les travaux d'A. ROCHE, ont eu pour but, soumettant des animaux à l'inanition protéique et à l'inanition totale jusqu'à ce que mort s'ensuive, d'étudier les pertes consécuti-

ves, et d'établir ensuite, la répercussion de ces pertes sur la constitution chimique du tissu musculaire.

L'étude des différentes fractions de l'azote du muscle a donné les résultats suivants : L'azote extractif ne diminue pas au cours de l'inanition totale ou protéique, mais croît respectivement de 39 et de 21 p. 100 ; dans ces deux cas il doit être considéré « comme le témoin d'un équilibre entre l'azote des tissus et l'azote métabolisé » il forme la portion d'azote plus accessible à l'organisme, les protéines musculaires exigeant une protéolyse préalable à leur utilisation.

L'azote total des protéines musculaires atteint des valeurs moyennes de 15,77 p. 100 pour les Rats normaux, 16,74 p. 100 à l'inanition totale, et de 16,31 p. 100 à l'inanition protéique avec de grosses variations individuelles dans ce dernier cas.

Les acides aminés croissent légèrement en période de jeûne, et davantage au cours de l'inanition protéique ; dosés séparément certains ne varient presque pas au cours du jeûne total, mais subissent de grosses modifications dans leurs taux quand l'animal est soumis à l'inanition protéique. Ces modifications sont assez systématiques pour que l'on puisse penser au départ d'une protéine de réserve ; mais le taux de l'azote total ne variant pas de façon régulière, indique plutôt que l'azote soustrait au muscle provient de la dislocation partielle et progressive d'une protéine avec mise en liberté de polypeptides simples et d'acides aminés. La libération de l'azote se fait aux dépens du protoplasme, ce qui explique la constance de l'azote extractif. On ne saurait parler d'une protéine de réserve ; l'organisme prend dans le protoplasme l'azote nécessaire à son entretien grâce à la grande labilité de la molécule protéique.

Peut-on parler de protéines hépatiques de réserve ?

— En cas de régime riche en azote, le foie et le muscle retiennent celle-ci, mais, alors que le muscle après un certain taux paraît arriver à saturation et ne plus pouvoir fixer d'acides aminés, le foie, continue à accumuler de l'azote qu'il retient sous forme de protéines (granulations protéiques de BERG et NOEL) — ce qui rend compte de son accroissement en poids comme de sa teneur plus élevée en azote, — et aussi sous forme d'azote extractif, qui constitue l'azote mobilisable immédiatement en cas de besoin.

Peut-on parler d'une protéine de réserve dans le foie, ou en existe-t-il plusieurs dont les variations sont parallèles ? LUCK [29] a essayé d'analyser les protéines du foie après administration d'un régime riche en azote ; il a remarqué la difficulté extrême à obtenir un fractionnement convenable, (les conditions de pH, de temps, de concentration saline, doivent être rigoureusement établies pour avoir des résultats constants). Il conclut que le taux d'aucune protéine particulière ne s'accroît spécifiquement dans le foie, où, alors, si celui de l'une d'elles augmente davantage, c'est que cette protéine sert d'intermédiaire et se transforme en d'autres jusqu'à équilibre. Le foie étant le siège présumé principal de la formation de nombreuses protéines (protéines du plasma, fibrine, globuline) fournit une réserve temporaire. Les protéines qu'il accumule sont déversées rapidement dans le sang selon le schéma :

Protéines alimentaires —> Acides aminés —> Peptones
—> Protéines du plasma —> Tissu protéique.

Il ne paraît pas possible pour LUCK [27] de différencier les protéines de réserves et de constitution autrement que par la grande labilité des premières ; et,

de fait, les protéines hépatiques sont d'une extrême labilité. Lors de leur fractionnement en vue de leur détermination, LUCK a remarqué leur protéolyse rapide, donnant des produits différents selon les conditions d'extraction.

D.—RÉGÉNÉRATION DES PROTÉINES TISSULAIRES PERDUES PAR PROTÉOLYSE.

De nombreux essais ont été tentés à ce sujet. Après avoir soumis les animaux à l'inanition protéique de façon à leur faire subir des pertes azotées importantes on leur a administré un régime ne renfermant qu'une protéine apte ou non à la croissance, complétée ou non par un ou plusieurs acides aminés, en étudiant la courbe des poids et le bilan azoté. Ces travaux ont été entrepris par A. et J. ROCHE, PASSELAGUE et DROUINEAU [49]. La durée de survie n'est pas plus grande qu'à l'inanition protéique, le poids ne fait que diminuer, même après ingestion de protéines, on note cependant une rétention azotée importante mais de faible durée, et les gains ne compensent pas les pertes. Il n'y a aucune différence importante dans la valeur de la rétention azotée suivant la protéine administrée, et, en général, l'adjonction d'un acide aminé au régime a accéléré la perte de poids et s'est montrée défavorable à la rétention azotée. Quant à savoir s'il y a formation de protéines correspondant à la fixation d'azote, il est difficile de l'affirmer étant données, la perte de poids simultanée et la rétention azotée.

Qu'est devenu l'azote fixé ? Chez tous les animaux ayant subi un amaigrissement important, la teneur en

azote total ou protéique du foie et du muscle augmente à cause de la disparition des réserves lipidiques et glucidiques. Les modifications les plus intéressantes et plus importantes s'attachent à l'azote extractif hydrosoluble, sa teneur augmente dans le foie et dans le muscle, surtout, lorsque le jeûne azoté est interrompu par l'ingestion de protides. Pour A. ROCHE [44] l'azote extractif hydrosoluble assure le maintien de l'équilibre : acides aminés libérés par la protéolyse cellulaire $\longleftrightarrow$ acides aminés apportés par les aliments. L'extractif sert au transport d'azote d'organe à organe. Une observation confirme cette hypothèse : chez l'animal normal ou soumis au jeûne azoté, la teneur en azote extractif hydrosoluble est moins grande dans le foie que dans le muscle ; chez l'animal soumis à l'inanition protéique, elle est plus grande dans le foie.

En effet, après une longue période de jeûne azoté les réserves hépatiques sont épuisées depuis longtemps, et le taux de l'azote extractif ne peut plus augmenter que par le transport à cet organe des produits de protéolyse des autres tissus. En cas d'enrichissement, l'azote serait fixé, d'abord par le muscle, sous forme d'acides aminés présents dans l'extractif. Puis, le muscle arrivant à saturation, le foie retiendrait l'azote à son tour, sans synthèse protéique, à un taux plus élevé que celui du muscle, ce qui rend compte de l'accroissement de l'azote hydrosoluble.

L'impossibilité d'obtenir une réparation des pertes dans les conditions adoptées, montre qu'elle est fonction d'un facteur exogène : la couverture des besoins azotés, mais aussi de facteurs endogènes, hormonaux ou autres ; c'est sans doute au dérèglement de ces facteurs qu'est due l'impossibilité de régénérer les protéines tissulaires.

De nouvelles recherches ont été entreprises par J. ROCHE, M. GUEIT, A. MICHEL et R. PUECH [53] en modifiant les conditions des expériences précédentes et en donnant de nouvelles protéines. C'est ainsi que l'édestine seule, ou additionnée de lysine, la caséine à laquelle a été ajoutée ou non de la cystine, l'ovalbumine et la peptone ont été essayées comme agents de réparation des pertes tissulaires. Des essais qui seront exposés en détail dans la thèse de R. PUECH ont permis d'établir que des réparations satisfaisantes ne pouvaient être obtenues à coup sûr qu'avec des régimes renfermant 5 p. 100 de levure sèche. Dans ces conditions divers protides aptes à couvrir le besoin azoté de croissance à des taux très voisins dans les aliments : la caséine, l'ovalbumine, l'édestine, ne permettent pas au même titre la reprise du poids quand on les administre dans un régime en enfermant 20 p. 100 à des Rats ayant subi une préperiode de jeûne et d'inanition protéique. Les rétentions azotées observées au cours de l'expérience présentent les mêmes inégalités que les gains de poids, bien que les coefficients d'utilisation digestive de la caséine et de l'édestine soient identiques et que celui de l'ovalbumine devienne à la longue notablement inférieur à celui des autres protides étudiés. Les différences portent sur l'utilisation cellulaire de ces divers corps.

Ces divers faits permettent de penser qu'il existe un *besoin azoté de réparation* différent du besoin de croissance. Comme la peptone est un aliment d'une qualité exceptionnelle pour la couverture de l'un et de l'autre, il est probable que la différence entre ces besoins ne porte pas sur la nature des acides aminés nécessaires, mais sur la quantité de ceux-ci indispensables à une synthèse rapide des protéines aux diverses époques de la vie.

Les expériences que nous venons de rappeler ayant permis de préciser les conditions dans lesquelles la régénération des protéines tissulaires peut être réalisée, on pouvait se demander quel allait être le comportement de divers organes au cours de cette réparation. Y aurait-il une régénération équivalente et simultanée de tous les tissus, y compris le foie, ou primitivement reprise de certains organes et accumulation ultérieure des protéines hépatiques ? S'il en était ainsi, le foie jouerait réellement le rôle d'organe de réserve des protéines.

Et n'allait-on pas alors constater à nouveau une hiérarchie d'organes dans la réparation des pertes, comme l'avaient fait antérieurement J. ROCHE, DROUINEAU, FOUQUET et PASSELAIGUE [52], le foie ne reconstituant ses réserves que postérieurement à la reprise des autres organes ?

RECHERCHES PERSONNELLES.

Les diverses protéines aptes à couvrir le besoin de croissance ne permettent pas au même titre la réparation des pertes azotées. Nous nous sommes demandés quelle était la part de divers organes dans celle-ci lorsque la réalimentation protéique est assurée par la peptone de muscle, la caséine, l'ovalbumine, l'édestine.

Nous occupant spécialement de la fixation de l'azote par l'organisme nous nous sommes demandé où il était retenu, de quelle façon ; allions-nous voir tous les organes croître également, y aurait-il reprise générale et simultanée de tous les tissus, ou bien, verrions-nous un accroissement de poids de tous les organes précéder celui du foie ? Dans ce dernier cas, le foie serait réellement un réservoir d'azote, ne se remplissant qu'après la réparation des pertes subies par les autres organes.

Nous avons étudié les variations de poids, et la teneur en azote des principaux organes, et examiné attentivement les différentes fractions de l'azote des tissus musculaires et hépatiques qui nous ont semblé jusqu'alors les réservoirs de protéines les plus importants.

A. — MARCHE DES EXPÉRIENCES ET TECHNIQUES.

Nos expériences ont été faites sur le Rat blanc, animal particulièrement adapté à nos recherches.

Elles ont comporté trois périodes :

1. Une période de diète hydrique de deux jours, instituée afin de débarrasser complètement le tube digestif de l'azote exogène apporté par l'alimentation des jours précédents et d'épuiser une partie des réserves hépatiques.

2. Une période d'inanition protéique pendant laquelle l'animal reçoit en abondance un régime ternaire, complété par des vitamines (huile de foie de morue, levure de bière). Ce régime est administré pendant un laps de temps assez long pour permettre le départ de tout l'azote de réserve, et une dislocation partielle du protoplasme, en vue de sa reconstitution à l'aide d'une protéine appropriée.

3. L'animal ayant perdu environ, un tiers de son poids, et 16 à 20 p. 100 de son azote, nous avons dans un troisième temps essayé d'obtenir la régénération des tissus par l'apport nouveau d'une protéine complétée ou non par un acide aminé. Nous avons ainsi tenté plusieurs expériences parallèles, faisant varier tantôt la teneur en protéine, tantôt celle en levure de bière.

Préparation des régimes et étude des animaux (Poids et bilan azoté).

Régime de base ternaire administré pendant la période d'inanition protéique. — Ce régime couvre tous

les besoins énergétiques, salins et en vitamines, sans apporter l'azote nécessaire à l'organisme ; nous avons utilisé celui institué par Madame A. ROCHE et constitué de la façon suivante : amidon, 70 ; beurre lavé, 30 ; mélange salin d'OSBORNE, 5 ; sciure lavée, 5 ; vitamines.

Le beurre est purifié au laboratoire afin de lui enlever l'azote qu'il contient ; il est lavé à sept reprises différentes, en le faisant fondre à 40° avec six à huit fois son poids d'eau, placé une fois fondu à la glacière, ce qui permet une séparation facile des eaux de lavage. La sciure servant dans le régime, est de la sciure de bois de hêtre, tamisée, macérée dans la soude à 10 p. 100 pendant 48 heures, puis lavée à l'eau courante pendant quatre jours et lavée à l'acide chlorhydrique à 10 p. 100 et à l'eau, jusqu'à réaction neutre au tournesol des eaux de lavage ; ainsi traitée, elle est pratiquement dépourvue d'azote.

Les vitamines A, B, et D ont été administrées sous forme d'huile de foie de morue, (une goutte tous les deux jours), et de levure de bière, tantôt fraîche (200 mg. par jour environ) tantôt sèche, à des taux différents, 1, 2 et 5 p. 100. La vitamine A est donnée sous forme de solution huileuse concentrée.

Nous avons calculé la quantité d'azote contenue dans un gramme de régime ainsi constitué, en vue d'établir les bilans azotés, cette valeur oscille autour de p. 100 g.

Un tel régime est complet en ce qui concerne les besoins en lipides, glucides et sels minéraux, et vitamines, mais carencé en azote.

Régime protidique pour les essais de réparation. — A la troisième période, il a servi de base à l'alimen-

tation de nos rats, mais en y ajoutant une protéine complété ou non par un acide aminé (*).

Les différents régimes ont été constitué ainsi qu'il suit :

- I Régime de base 80 p. 100 + *Peptone* 20 p. 100, Levure 5 p. 100.
- II Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 20 p. 100, Levure 5 p. 100.
- III Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 20 p. 100, Levure 2 p. 100.
- IV Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 20 p. 100, Levure 1 p. 100 au début, 5 p. 100 par la suite.
- V Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 10 p. 100, Levure de bière sèche 5 p. 100.
- VI Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 5 p. 100, Levure 5 p. 100.
- VII Régime de base 80 p. 100 + *Ovalbumine* 20 p. 100, Levure 5 p. 100.
- VIII Régime de base 80 p. 100 + *Ovalbumine* 20 p. 100, Levure 2 p. 100.
- IX Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 20 p. 100, *Cystine* 1 p. 100, Levure de bière 5 p. 100.
- X Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 10 p. 100, *Cystine* 1 p. 100, Levure 5 p. 100.
- XI Régime de base 80 p. 100 + *Caséine* 20 p. 100, *Cystine* 1 p. 100, Levure 1,5 p. 100.
- XII Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 20 p. 100, Levure 5 p. 100.
- XIII Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 20 p. 100, Levure 1,5 p. 100.
- XIV Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 10 p. 100, Levure 5 p. 100.
- XV Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 20 p. 100, *Lysine* 1,2 p. 100, Levure 5 p. 100.
- XVI Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 20 p. 100, *Lysine* 1,2 p. 100, Levure 1,5 p. 100.
- XVII Régime de base 80 p. 100 + *Edestine* 10 p. 100, *Lysine* 1,2 p. 100, Levure 5 p. 100.

Les animaux sont pesés tous les deux jours et les courbes de poids établies.

On détermine tous les deux jours les quantités de régime ingérées, en établissant la différence entre le

(*) La peptone employée est de la peptone de muscle Byla, l'édestine et la caséine pures provenaient de la maison Hofmann-La Roche, l'ovalbumine de la maison Poulenc, la levure sèche de la Maison Byla.

poids de nourriture donnée et celle qui reste dans la mangeoire ; sachant le nombre de mgr. d'azote renfermés dans un gramme de régime, il est facile de connaître la quantité d'azote ingérée par jour en vue de l'établissement des bilans.

On place les animaux dans des cages à métabolisme du modèle HENRIQUÈS, utilisées déjà dans les expériences de A. ROCHE, DROUINEAU, PASSELAIGUE et FOUQUET ; elles permettent de recueillir les fèces et les urines sans pertes appréciables. La récolte est faite tous les deux ou quatre jours. Les urines sont reçues dans un récipient contenant 1 cm³ de SO₄H₂ à 10 p. 100 afin d'éviter une fermentation, on les place dans un ballon jaugé de 50 cm³ et l'on complète avec de l'eau distillée ; on en prélève une partie aliquote que l'on minéralise à l'aide de 2 cm³ d'acide sulfurique et d'une pincée de mélange catalyseur (DUMAZERT et MARCELET). Le produit de la minéralisation est distillé à l'appareil de Parnas et Wagner, et l'azote dosé. Les fèces sont retenus par une grille métallique permettant de les séparer des urines, séchés à l'étuve, broyés au mortier, tamisés afin d'éliminer les poils que le Rat perd en abondance, et qui se mêlent aux fèces ; on les pèse, puis on en prélève une partie aliquote que l'on minéralise, l'azote y est dosé par microkjeldahl (technique proposée par GUEIT).

On additionne les deux fractions d'azote éliminé : N urinaire et fécal, ce qui fournit la quantité d'azote rejeté ; par différence avec l'azote ingéré on obtient le bilan, lequel est positif, lorsque les gains dépassent les pertes, au négatif dans le cas contraire.

Prélèvement et analyse des organes.

Quelques-uns de nos animaux n'ont pas supporté le régime et sont morts ; nous avons observé chez deux ou trois de ces animaux, un fait constaté déjà par A. ROCHE, à savoir que ces rats ont mangé une de leurs pattes. Dès leur mort, ils ont été pesés et nous avons prélevé les différents organes. Quant aux rats ayant régénéré leurs pertes, certains ont été remis en liberté, lorsque le gain a été assez marqué, les autres asphyxiés au gaz d'éclairage ont été pesés et disséqués pour prélever les organes et une fraction convenable du muscle (8 à 10 grammes).

Le rat mort, pesé, est disséqué immédiatement, afin d'éviter les pertes de poids en eau, l'organisme se déshydratant très rapidement.

Le muscle est enlevé sur les pattes postérieures de l'animal, placé dans les pèse-filtres tarés et pesé ; il est recouvert d'alcool à 95 p. 100 et finement broyé aux ciseaux, puis mis de côté pour un traitement ultérieur.

Le foie est prélevé, séché sur papier filtre pour le débarrasser de son sang, et traité de la même façon que le muscle pour la détermination du poids frais.

La boîte crânienne est ouverte et le cerveau enlevé avec précautions ; on tâche de ne pas déchiqueter la matière cérébrale, pour éviter les pertes ; puis on le place dans un pèse-filtre préalablement taré, et on détermine le poids frais ; on ouvre la cage thoracique, on ôte le cœur et les poumons, que l'on sèche également afin d'exprimer le sang qui peut y être renfermé, et on en détermine le poids frais.

Les reins sont enlevés, traités de même et pesés.

Les poids frais étant connus, on porte les pèse-fil-

tres contenant le cœur, les poumons, le cerveau, et les reins à l'étuve à 110°, où ils demeurent jusqu'à poids constant ; on détermine le poids sec, et l'on a par différence avec le poids frais la quantité d'eau retenue par les organes. On prélève 200 mg. environ (pesés exactement), de chacun d'eux et on les met à minéraliser dans un ballon Kjeldhal en présence du mélange catalyseur (DUMAZERT et MARCELET) et d'acide sulfurique ; le produit de la minéralisation est placé dans un ballon jaugé de 50 cm³ complété par de l'eau distillée ; on en prélève une partie aliquote, sur laquelle l'azote est dosé après distillation à l'appareil de Parnas et Wagner.

A cause de l'intérêt qui s'attache aux différentes fractions d'azote du muscle et du foie, ceux-ci subissent une série d'opérations particulières : la substance broyée dans l'alcool est introduite dans une cartouche à Kumagawa et extraite pendant 48 heures à l'alcool à 95° bouillant ; l'extraction achevée, le tissu est ainsi dépouillé de ses lipides, séché à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant ; on détermine alors le poids sec de la poudre ainsi obtenue. Les fragments séchés à l'étuve sont finement pulvérisés au moulin et conservés en tubes scellés en vue de dosages ultérieurs.

L'alcool ayant servi à l'extraction, est placé dans un ballon, où il est évaporé à sec, dans le vide, au bain-marie bouillant ; on chasse les dernières traces d'eau en introduisant dans le ballon quelques centimètres cubes d'alcool absolu et en le plongeant dans le bain-marie bouillant jusqu'au col, on pousse le vide au maximum de ce que peut donner la trompe à eau. On reprend le résidu d'évaporation par le benzène anhydre, on chauffe quelques minutes, en adap-

tant au ballon un réfrigérant à reflux ; l'opération est renouvelée trois fois ; on réunit les trois extraits benzéniques que l'on centrifuge. Le liquide recueilli est alors placé dans un ballon jaugé, complété à 50 cm³ avec de la benzine ; 10 cm³ sont prélevés et évaporés à sec, dans un cristallisoir taré. On obtient par pesée le poids des lipides.

La partie insoluble dans la benzine, répartie entre le tube à centrifuger et le ballon ayant servi à l'extraction, est soluble dans l'eau ; on verse quelques centimètres cubes d'eau, dans le ballon et le tube, puis on les porte dans un flacon jaugé de 50 cm³ et on complète avec de l'eau distillée ; on en prélève 10 cm³ que l'on évapore à sec dans un cristallisoir préalablement taré, afin de déterminer le poids sec de l'extrait aqueux.

Le poids sec du foie et du muscle comprend donc :

le poids de la poudre extraite à l'appareil de Kumasawa et séchée à l'étuve,

le poids sec de l'extrait benzénique,

le poids sec de l'extrait aqueux.

Nous obtenons de la sorte la quantité d'eau en p. 100 du poids frais total, et en p. 100 du poids sec total et dégraissé.

Dosage des constituants azotés.

1. Azote hydrosoluble. — Il est dosé sur 10 cm³ de la fraction restant dans le ballon jaugé après minéralisation et distillation à l'appareil de Parnas et Wagner.

2. Azote extractif benzénique. — On place 10 cm³ de la solution benzénique dans un ballon de micro-

kjeldahl, on évapore au bain de sable, on minéralise et effectue le dosage après distillation.

3. Azote total des protéines. — On prélève 200 mg. environ, pesés exactement, de la poudre de foie ou de muscle, que l'on minéralise et dose de la même façon.

On obtient ainsi les différents taux d'azote contenus dans le foie et le muscle, résultats qui vont, après examen, nous permettre de les interpréter.

B. — *RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.*

Nos résultats expérimentaux ont été groupés dans une série de tableaux que l'on trouvera rassemblés ci-dessous.

Le tableau I contient l'ensemble des données permettant de suivre les expériences entreprises avec les divers régimes et la valeur relative de ceux-ci pour la régénération des protéines tissulaires. Les suivants rendent compte des variations de poids ou de composition des organes des mêmes animaux.

**Données générales (variations de poids et bilans)
établies sur les animaux [53].**

TABLEAU 1. — Principales données pondérales établies sur des Rats soumis à une préperiode d'inanition (2 jours) et de jeûne azoté (18 jours) suivie d'une période de réalimentation protidique à l'aide des divers régimes énumérés page .

Régime protidique administré	N° du Rat	Poids corporel initial (g.)	Variation du poids corporel (g.)			Nombre de jours	
			pendant la préperiode	au régime protidique		nécessaires à la reprise du poids initial	de régime protidique
				en 20 jours	en fin d'expé- rience		
Caséine 20, Levure 5	5	167	— 50	+ 64	+ 88	10	3
	6	172	— 35	+ 55	+ 64	11	3
	7	198	— 44	+ 68	+ 68	8	3
	8	147	— 27	+ 63	+ 61	5	2
Caséine 20, Levure 2	9	210	— 25	+ 70	+ 80	4	2
	17	167	— 50	+ 34	+ 40	—	4
	18	205	— 50	+ 30	+ 40	—	4
Caséine 20, Levure 1, puis 5...	15	175	— 42	+ 26	+ 8	40	4
	16	202	— 58	+ 18	+ 27	40	5
Caséine 10, Levure 5	27	177	— 33	+ 64	+ 64	10	2
Caséine 20, Cystine 2, Levure 5.	3	170	— 43	+ 58	+ 78	12	3
	4	171	— 34	+ 54	+ 76	10	3
Caséine 20, Cystine 2, Levure 1.	25 a	190	— 25	+ 1	+ 13	—	3
	26 a	125	— 24	— 2	+ 12	—	3
	1 a	159	— 41	+ 14	+ 16	—	6
	2 a	170	— 42	+ 9	+ 17	—	6
	3 a	234	— 49	+ 31	+ 36	—	5
Caséine 10, Cystine 2, Levure 5.	28	174	— 39	0	— 12	—	2
Caséine 5, Cystine, Levure 5...	30	227	— 40	— 70	— 70	—	1
Ovalbumine 20, Levure 5	21	168	— 25	+ 32	+ 27	14	3
	22	150	— 27	+ 35	+ 45	14	3
Ovalbumine 20, Levure 2	23	147	— 34	+ 21	+ 22	—	4
	24	141	— 34	+ 25	+ 33	—	4
Ovalbumine 20, Levure 1	25	141	— 37	+ 16	+ 16	—	2
	26	142	— 31	+ 3	+ 3	—	2
Edestine 20, Levure 5	1	134	— 27	+ 25	+ 38	35	4
	2	165	— 40	+ 26	+ 54	37	4
Edestine 20, Levure 1	4 a	189	— 47	+ 10	+ 13	—	6
	5 a	146	— 35	— 6	— 4	—	6
	6 a	119	— 28	+ 3	— 10	—	2
	27 a	157	— 45	+ 1	+ 5	—	2
	28 a	170	— 25	+ 11	— 5	—	2
Edestine 10, Levure 5	31	180	— 54	+ 31	+ 36	—	2
	32	178	— 51	+ 23	+ 28	—	2
Edestine 20, Lysine 1.2, Lev. 5.	19	139	— 26	+ 25	0	21	2
	20	149	— 44	+ 24	+ 49	30	3
Edestine 10, Lysine, Levure 5..	33	145	— 37	mort	—	—	—
	34	130	— 25	— 11	+ 12	—	3
Peptone 20, Levure 5	10	178	— 32	+ 92	+ 96	5	2
	32	202	— 50	+ 82	+ 88	10	2
Peptone 20, Levure 2	13	156	— 46	+ 51	+ 88	15	3
	14	162	— 46	+ 72	+ 76	17	3
Peptone 20, Levure 1	11	212	— 50	+ 61	+ 74	15	3
	12	170	— 38	+ 58	+ 67	15	3

La figure I résume par ailleurs les résultats antérieurement obtenus [53] sur les rétentions azotées moyennes que présentent les animaux d'expérience soumis à ce régime.

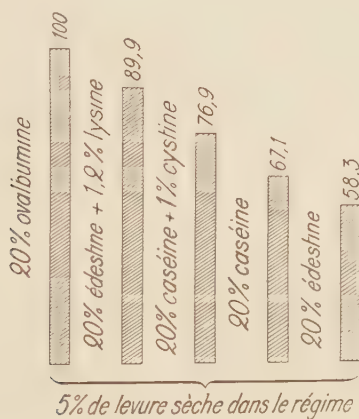


FIGURE 1.

Rétentions azotées relatives moyennes (rapportées au poids initial des animaux) réalisées en 20 jours de réalimentation par des régimes contenant 20 pour cent de diverses protéines et 5 pour cent de levure de bière sèche, après une période de jeûne et d'inanition protéique de vingt jours.

Les rétentions azotées ne présentent pas de parallélisme avec les gains de poids, et les résultats moyens obtenus par la méthode des bilans ont été reportés sur la figure I. L'absence de données sur la peptone de muscle, due à l'interruption de nos expériences en juillet 1939, nous a obligé de prendre comme base de comparaison pour l'établissement de celle-ci l'ovalbumine, protéine permettant la plus forte rétention azotée. Quant aux documents obtenus avec des régi-

mes contenant 2 p. 100 de levure de bière nous n'en donnons pas ici le détail. Signalons seulement que le degré de la rétention azotée diminue parallèlement à la réduction de la teneur en levure du régime.

Ces résultats démontrent la valeur exceptionnelle de l'ovalbumine et l'amélioration des rétentions par addition de lysine à l'édestine et de cystine à la caséine, chacun de ces acides aminés étant le facteur limitant primaire de croissance de la protéine à laquelle ils ont été ajoutés. C'est là un fait permettant de rapprocher le besoin de réparation du besoin de croissance.

Les données expérimentales établies sur l'organe des animaux dont les rétentions azotées et les variations pondérales ont été étudiées sont rassemblées ci-dessous.

I. — Variations de poids des organes.

TABLEAU II. — *Modification de poids du FOIE.*

Régime	N ^{os} du Rat	Poids de l'organe			Variations du poids de l'organe	
		Total	p. 100 du poids corporel initial	p. 100 du poids corporel final	en p. 100 du poids normal initial	p. 100 de la variation du poids de l'organisme
Peptone 20, Levure 5.....	10	10,237	5,75	4,26	+ 9	+ 25
Caséine 20, Levure 5.....	5	10,92	6,35	5,32	+ 19	+ 56
	6	10,67	6,20	5,32	+ 19	+ 41
	7	9,97	5,04	4,45	— 4	—
	8	8,08	5,50	5,22	+ 4	+ 15
	9	15,03	7,15	5,67	+ 38	+ 112
Caséine 20, Levure, 2.....	17	7,39	4,43	4,77	— 16	+ 62
	18	8,8	4,39	4,78	— 16	— 195
Caséine 20, Levure 1 → 5....	15	7,17	4,098	3,92	—	+ 6,26
	16	10,14	5,02	4,43	— 14	— 38
Caséine 10; Levure 5.....	27	12,84	7,25	5,89	+ 38	+ 159
Caséine 5, Levure 5.....	29	4,73	3,78	4,63	— 28	— 153
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	12,671	7,54	7,45	+ 43	+ 441
	22	8,042	5,36	4,79	+ 1,9	+ 15
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	6,376	4,33	4,72	— 17	— 216
	24	8,48	6,02	6,06	+ 14	— 17,9
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	3	9,08	5,34	4,43	+ 2	7
	4	10,87	6,35	5,10	+ 21	+ 85
Caséine 10, Cystine, Levure 5..	27	4,52	2,6	3,83	— 50	— 157
Edestine 20, Levure 5	1	7,29	5,39	4,97	+ 2,5	+ 30
	2	9,18	5,56	5,13	+ 5,7	+ 67
Edestine 10, Levure 5	31	7,047	3,91	4,35	— 24	255
	32	6,43	3,61	4,15	— 31	241
Edestine 20, Lysine, Levure 5.	19	7,812	5,62	5,62	+ 0	— 680
	20	9,477	6,37	6,15	+ 21	— 515
Edestine 10, Levure 5	34	5,267	4,50	4,50	— 23	— 71
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	6,045	3,80	4,83	— 27,2	— 123
	5	5,20	3,41	4,86	— 35	— 130
	6	3,94	3,31	4,86	— 35	— 11
	27	5,53	4,04	5,06	— 24	— 208
	28	5,81	3,41	4,47	— 21	— 148
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	7,28	3,83	4,07	— 36	— 381
	26	5,11	4,25	4,66	— 19	214
	1	6,59	4,11	4,80	— 22	— 149
	2	6,24	3,67	4,25	— 30	— 232
	3	11,18	4,78	5,05	— 9	— 116

TABLEAU III. — *Modifications de poids du REIN.*

Régime	N° du Rat	Poids de l'organe			Variations du poids de l'organe	
		Total	p. 100 du poids corporel initial	p. 100 du poids corporel final	en p. 100 du poids normal initial	p. 100 de la variation du poids de l'organisme
Peptone 20, Levure 5.....	10	2,475	1,39	1,03	+ 41	+ 118
Caséine 20, Levure 5.....	5	2,001	1,198	0,966	+ 29	+ 98
	6	2,31	1,343	0,149	+ 21	+ 198
	7	2,218	1,121	0,99	+ 25	+ 198
	8	1,419	1,153	0,952	+ 17	4
	9	2,422	1,153	0,952	+ 17	9
Caséine 20, Levure 2.....	17	1,659	0,994	1,07	+ 1	+ 19
	18	1,139	0,555	0,605	— 24	— 560
Caséine 20, Levure 1 → 5....	15	1,733	0,99	0,947	+ 1	+ 11
	16	2,516	1,245	1,098	+ 25	+ 234
Caséine 10, Levure 5.....	27	1,766	0,941	0,810	— 4	+ 7,6
Caséine 5, Levure 5.....	29	1,098	0,878	1,077	— 6	— 5,6
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	1,774	1,06	1,04	+ 8	+ 69
	22	1,58	1,05	0,94	+ 7	+ 62
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	1,386	0,94	1,03	— 4	— 48
	24	1,727	1,22	1,23	— 25	1556
Caséine 20, cystine, Levure 5..	3	1,904	1,12	0,928	+ 14	+ 68
	4	2,388	1,396	1,121	+ 42	+ 173
Caséine 10, Cystine, Levure 5..	28	1,361	0,782	1,153	— 20	— 67
Edestine 20, Levure 5.....	1	1,446	1,079	0,99	+ 10	+ 123
	2	1,843	1,117	1,029	+ 14	+ 148
Edestine 10, Levure 5.....	31	1,705	—	—		
	32	1,443	—	—	— 17	
Edestine 20, Lysine, Levure 5..	19	1,632	1,17	1,17	+ 19	+ 1900
	20	1,853	1,27	1,20	— 27	+ 848
Edestine 10, Levure 5.....	34	1,317	1,01	1,12	+ 3	33
Edestine 20, Levure 15.....	4	1,366	0,311	0,859	— 1	— 8
	5	1,223	0,838	1,102	— 12	— 106
	6	1,155	0,970	1,425	— 14	— 3
	27	1,246	0,909	1,143	— 8	— 34
	28	1,997	0,821	1,074	— 16	— 68
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	1,687	0,887	0,957	— 9	— 127
	26	1,339	1,071	1,106	+ 9	82
	1	1,693	1,065	1,243	+ 8	+ 57,8
	2	1,509	0,887	1,019	— 8	— 72
	9	2,563	1,099	1,159	+ 12	+ 198

TABLEAU IV. — *Modifications de poids du Cœur.*

Régime	N° du Rat	Poids de l'organe			Variations du poids de l'organe	
		Total	p. 100 du poids corporel initial	p. 100 du poids corporel final	en p. 100 du poids normal initial	p. 100 de la variation du poids de l'organisme
Peptone 20, Levure 5.....	10	0,835	0,47	0,35	+ 6	— 20
Caséine 20, Levure 5.....	5	0,593	0,475	0,391	— 6	215
	6	0,812	0,472	0,404	— 6	31
	7	0,821	0,414	0,37	+ 19	157
	8	0,634	0,431	0,35	+ 14	45
	9	1,152	0,548	0,434	+ 18	+ 28
Caséine 20, Levure 2....	17	0,635	0,38	0,41	— 24	— 326
	18	0,726	0,354	0,386	— 30	— 354
Caséine 20, Levure 1 → 5....	15	0,608	0,347	0,332	— 30	262
	16	0,831	0,411	0,358	+ 18	234
Caséine 10, Levure 5.....	27	0,888	0,501	0,407	+ 2	+ 6,2
Caséine 5, Levure 5.....	29	0,601	0,542	0,581	+ 6	— 20
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	0,768	0,46	0,51	— 8	76
	22	0,731	0,49	0,43	— 2	20
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	0,632	0,43	0,47	— 14	— 171
	24	0,711	0,50	0,51	0	84
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	3	0,655	0,385	0,319	— 24	111
	4	0,791	0,462	0,371	— 8	28
Caséine 10, Cystine, Levure 5..	28	0,679	0,390	0,575	— 22	— 69
Edestine 20, Levure 5.....	1	0,569	0,425	0,392	— 16	184
	2	0,670	0,406	0,374	— 18	222
Edestine 10, Levure 5.....	31	0,677	0,376	0,418	— 26	241
	32	0,656	0,368	0,423	— 26	203
Edestine 20, Lysine, Levure 5..	19	0,559	0,40	0,40	— 20	14
	20	0,662	0,44	0,43	— 12	33
Edestine 10, Levure 5.....	34	0,617	0,47	0,53	— 6	43
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	0,512	0,332	0,409	— 36	— 149
	5	0,485	0,339	0,436	— 32	— 125
	6	0,424	0,356	0,523	— 30	— 90
	27	0,635	0,463	0,582	— 8	— 31
	28	0,612	0,360	0,471	— 24	— 118
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	0,662	0,348	0,376	— 35	300
	26	0,719	0,575	0,641	+ 14	144
	1	0,565	0,368	0,412	— 26	193,26
	2	0,508	0,299	0,343	— 40	520
	3	0,814	0,348	0,304	— 30	552

II. — Variations de l'azote total des organes.

TABLEAU V. — Variations des quantités d'azote contenues dans le FOIE.

Régime	N° du Rat	Teneur en azote				Variations de la teneur en azote	
		en p. 100 du poids frais	dans un foie de Rat normal de même poids (en mg.)	réelle en mg.	diffé- rence en mg.	p. 100 g. d'organe initial	en p. 100 de l'azote existant dans l'organe d'un Rat normal de même poids
Peptone 20, Levure 5	10	2,96	287	302,8	+25,8	+ 0,22	+ 8
Caséine 20, Levure 5.... ..	5	2,47	298	270	—25	— 0,27	— 9
	6	2,07	292	270	—22	— 0,67	— 24
	7	2,8	274	280	+ 6	+ 0,06	+ 2,2
	8	2,54	221	206	—15	— 0,20	— 7
	9	2,23	411	326	—85	— 0,51	— 18
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	4	2,43	297	244	—53	— 0,31	— 11
Caséine 20, Levure 2.....	17	2,62	201	194	— 7	— 0,13	
	18	3,11	246	280	+34	+ 0,37	+ 4,3
Caséine 20, Levure 1 →5....	15	3,28	196	235	+39	+ 0,54	+ 19
	16	3,36	277	341	+64	+ 0,62	+ 23
Caséine 10, Levure 5.....	27	2,39	332	308	—24	— 0,41	— 15
Caséine 5, Levure 5.....	29	2,63	128	118	—10	— 0,29	— 10
Caséine 10, Cystine, Levure 5.	28	1,85	232	129	—103	— 1,34	— 48
Caséine 20, Peptone, Levure 1,5.	25	2,69	200	195	— 5	— 0,11	— 4
	26	3,05	139	155	+16	+ 0,30	— 10
	1	2,40	224	153	—29	— 0,34	— 17
	2	2,50	173	152	—20	— 0,24	— 8
	3	2,44	306	272	—34	— 0,30	— 10
Edestine 20, Levure 5	2	2,17	258	264	+12	+ 0,13	+ 4
Edestine 10, Levure 5.....	31	2,64	192	188	— 4	— 0,10	— 3
	32	2,41	184	163	—21	— 0,23	— 7
Edestine 20, Levure 1,5	4	2,78	165	168	— 3	+ 0,04	+ 1
	5	2,17	142	113	—29	— 0,58	— 22
	6	2,84	104	172	+63	+ 0,10	+ 3
	27	2,45	150	147	— 3	— 0,09	— 3
	28	2,84	160	163,5	+ 3,5	+ 0,10	+ 3
Edestine 20, Lysine, Levure 5.	19	2,77	219	217	+ 4	+ 0,03	+ 1
	20	2,51	259	217	—42	— 0,40	— 14
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	3,07	347	388	+42	+ 0,33	+ 12
	22	3,42	220	376	+156	+ 0,61	+ 22
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	2,96	179	189	+15	+ 0,22	
	24	2,61	231	221	—10	— 0,13	+ 9,5

TABLEAU VI. — Variations des quantités contenues dans le REIN.

Régime	N° du Rat	Teneur en azote				Variations de la teneur en azote	
		en p. 100 du poids frais	dans un foie de Rat normal de même poids (en mg.)	réelle en mg.	diffé- rence en mg.	p. 100 g. d'organe initial	en p. 100 de l'azote existant dans l'organe d'un Rat normal de même poids
Leptone 20, Levure 5.....	10	3,05	66	75	+ 9	+ 0,28	+ 10,2
Aséine 20, Levure 5.....	5	3,29	48	66	+18	+ 0,56	+ 20
	6	2,54	62	58	+ 4	+ 0,02	+ 1
	7	2,80	60	69,5	+ 9,5	+ 0,40	+ 13
	8	2,99	38	42,5	+ 4,5	+ 0,26	+ 9
	9	3,12	65	75,5	+10,5	+ 0,39	+ 12
Aséine 20, Levure 2.....	17	3,11	44	51,6	+ 7,6	+ 0,34	+ 12
	18	3,79	30	66	+36	+ 1,06	+ 38
Aséine 20, Levure 1 → 5.....	15	2,82	47	49	+ 2	+ 0,09	+ 3
	16	3,06	68	77	+ 9	+ 0,33	+ 15
Aséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	3,19	44,2	52,8	+ 8,6	+ 0,40	+ 14
	26	2,58	35	36,1	— 2	— 0,15	— 5
	1	—	—	—	—	—	—
	2	2,91	42	44	+ 2	+ 0,18	+ 6
	3	2,51	69	64,2	— 4	— 0,23	— 8
Destine 20, Levure 5.....	1	3,28	38	47	+ 9	+ 0,55	+ 20
	2	3,88	49	60,5	+10,5	+ 0,55	+ 20
Destine 20, Levure 1,5.....	4	3,39	36	38	+ 2	+ 0,56	+ 20
	5	2,63	33	32,2	— 0,8	— 0,10	— 3
	6	2,75	30	31,7	+ 1,7	+ 0,02	+ 0,7
	27	2,96	32	37	+ 5	+ 0,22	+ 8
	25	2,87	38	40	+ 2	+ 0,14	+ 5
Destine 20, Lysine, Levure 5..	19	2,49	44	40,7	— 3,3	— 0,24	— 8
	20	3,11	49,8	57,7	+ 7,8	+ 0,37	+ 13
Albumine 20, Levure 5.....	21	2,63	49	46,5	— 2,5	— 0,10	— 3
	22	3,07	40,2	48	+ 7,8	+ 0,34	+ 12
Albumine 20, Levure 2.....	23	—	—	—	—	—	—
	24	3,27	47,4	56	+ 8,6	+ 0,42	+ 15

TABLEAU VII. — Variations des quantités d'azote contenues dans le CŒUR.

Régime	N° du Rat	Teneur en azote				Variations de la teneur en azote	
		en p. 100 du poids frais	dans un foie de Rat normal de même poids (en mg.)	réelle en mg.	diffé- rence en mg.	p. 100 g. d'organe initial	en p. 100 de l'azote existant dans l'organe d'un Rat normal de même poids
Peptone 20, Levure 5.....	10	3,29	22,2	27	+ 4,8	+ 0,54	+ 19
Caséine 20, Levure 5.....	5	3,42	16	27	+ 61	+ 0,7	+ 25
	6	3,26	21	26	+ 4	+ 0,55	+ 20
	7	3,46	22	26,9	+ 4,9	+ 0,75	+ 28
	8	3,39	19	21,5	+ 2,5	+ 0,64	+ 23
	9	3,30	38	48,9	+ 9,1	+ 0,60	+ 22
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	4	3,79	20	27	+ 1	+ 1,05	+ 34
Caséine 20, Levure 2.....	17	3,03	18	19,2	+ 1,2	+ 0,31	+ 11
	18	3,37	19,5	23,5	+ 4,4	+ 0,42	+ 15
Caséine 20, Levure 1 → 5....	15	3,10	16,3	18,9	+ 2,6	+ 0,39	+ 15
	16	3,35	22	27,9	+ 5	+ 0,64	+ 23
Caséine 20, Peptone, Levure 1,5.	25	3,17	17	25	+ 8	+ 0,43	+ 15
	26	2,08	19	15	— 4	— 0,63	— 23
	1	2,74	15	17	+ 2	+ 0,03	+ 1
	2	2,74	14	20	+ 6	+ 0,03	+ 1
	3	2,76	22	27	+ 4,7	+ 0,05	+ 1,8
Edestine 20, Levure 5.....	1	3,07	15	17,5	+ 2,5	+ 0,28	+ 10,5
	2	3,47	18	23,2	+ 5,2	+ 0,76	+ 28,4
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	2,98	14	16	+ 2	+ 0,29	+ 10,9
	5	2,99	13	15	+ 2	+ 0,17	+ 6
	6	2,74	12,4	11,6	— 0,8	— 0,07	— 1
	27	2,71	17	17	0	0	
	28	3,00	16	18	+ 2	+ 0,29	+ 10,9
Edestine 20, Lysine, Levure 5..	19	2,59	16,4	14,5	— 1,9	— 0,12	— 4
	20	2,26	17	14,7	— 3,7	— 0,55	— 2,20
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	3	20,6	23,1	+ 2,5	+ 0,29	+ 10,9
	22	3,18	19,5	23,2	+ 3,7	+ 0,47	+ 17,1
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	2,81	16,5	22,5	+ 6	+ 0,13	+ 4
	24	3,16	19	22,7	+ 3,7	+ 0,45	+ 15

III. — Composition des divers organes (eau, constituants azotés, lipides).

TABLEAU VIII. — *Composition du FOIE aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Poids de l'organe en g.	Poids de l'organe en p. 100 du poids initial	Teneur en N en p. 100 du poids frais	Eau en p. 100
Peptone 20, Levure 5.....	10	10,237	5,75	2,96	76,17
Caséine 20, Levure 5.....	5	10,92	6,358	2,47	85
	6	10,673	6,205	2,07	82
	7	9,972	5,036	2,80	74,6
	8	8,08	5,5	2,54	79,9
	9	15,03	7,16	2,23	80,4
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	3	9,089	5,34	—	—
	4	10,87	6,35	2,43	79
Caséine 20, Levure 2.....	17	7,39	4,43	2,42	73
	18	8,99	4,39	3,41	72
Caséine 20, Levure 1 → 5.....	15	7,17	4,098	3,28	72
	16	10,14	5,02	3,36	71
Caséine 10, Levure 5.....	27	12,84	7,25	2,33	71,7
Caséine 5, Levure 5.....	29	4,73	3,78	2,43	71,1
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	7,282	3,83	2,63	79
	26	5,108	4,24	3,04	70
	1	6,59	4,114	2,40	75
	2	6,244	3,672	2,502	75
	3	11,18	4,77	2,44	69
Edestine 20, Levure 5.....	1	7,226	5,39	2,75	—
	2	9,18	5,13	2,87	78,56
Edestine 10, Levure 5.....	31	7,05	3,91	2,64	74
	32	6,43	3,61	2,51	74,2
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	6,045	3,08	2,75	72
	5	5,2	3,41	2,47	76
	6	3,84	3,31	2,84	66
	27	5,535	4,04	2,65	77,42
	28	5,808	3,41	2,84	78,88
Edestine 20, Lysine, Levure 5..	19	7,81	5,26	2,77	71
	20	9,477	6,36	2,34	72
Edestine 10, Lysine, Levure 5..	33	—	—	—	—
	34	5,267	4,05	—	—
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	12,67	7,54	3,071	81
	22	8,042	5,36	3,42	71,6
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	6,376	4,33	2,96	—
	24	8,485	6,02	3,15	72

TABLEAU IX. — *Composition des REINS aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Poids de l'organe en g.	Poids de l'organe en p. 100 du poids initial	Teneur en azote en p. 100 du poids frais	Eau en p. 100
Peptone 10, Levure 5.....	10	2,475	1,39	3,05	78,78
Caséine 20, Levure 5.....	5	2,001	1,2	3,29	78,24
	6	2,31	1,34	2,74	79,13
	7	2,218	1,12	3,13	78,31
	8	1,42	1,15	2,99	78,76
	9	2,42	1,15	3,12	74,15
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	3	1,904	1,12	—	78,9
	4	2,388	1,39	—	78
Caséine 20, Levure 2.....	17	1,659	0,99	3,11	77,69
	18	1,14	0,55	3,79	—
Caséine 20, Levure 1 → 5.....	15	1,73	0,99	2,82	77,78
	16	2,52	1,24	3,06	74,48
Caséine 10, Levure 5.....	27	1,766	0,941	—	81
Caséine 5, Levure 5.....	29	1,098	0,878	—	78,6
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	1,686	0,89	3,13	79
	26	1,339	1,07	2,58	—
	1	1,69	1,065	—	77,41
	2	1,51	0,887	2,91	81
	3	2,56	1,099	2,51	77
Edestine 20, Levure 5.....	1	1,446	1,08	3,28	77
	2	1,84	1,12	3,28	73
Edestine 10, Levure 5.....	31	1,703	0,946	—	78,8
	32	1,443	0,810	—	78,4
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	1,366	0,311	3,29	77,23
	5	1,223	0,838	2,63	77,19
	6	1,155	0,970	2,75	78,00
	27	1,246	0,909	2,96	79
	28	1,397	0,821	2,87	75,10
Edestine 20, Lysine, Levure 5.	19	1,632	1,174	2,49	76
	20	1,853	1,25	3,1	77
Edestine 10, Lysine, Levure 5.	33	—	—	—	—
	34	1,317	1,013	—	78,3
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	1,774	1,056	2,63	79
	22	1,508	1,053	3,07	77
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	1,386	0,942	—	—
	24	1,727	1,224	3,27	76

TABLEAU X. — *Composition des CŒURS aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Poids de l'organe en g.	Poids de l'organe en p. 100 du poids initial	Teneur en N en p. 100 du poids frais	Eau en p. 100
Peptone 20, Levure 5.....	10	0,835	0,469	3,29	79,1
Caséine 20, Levure 5.....	5	0,593	0,475	3,41	78,4
	6	0,812	0,404	3,26	79,4
	7	0,821	0,37	3,46	72,6
	8	0,634	0,35	3,39	78
	9	1,152	0,43	3,3	71
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	3	0,655	0,385	3,39	—
	4	0,791	0,462	4,04	78
Caséine 20, Levure 2.....	17	0,635	0,38	3,03	77
	18	0,726	0,35	3,37	78
Caséine 20, Levure 1 → 5.....	15	0,608	0,347	3,10	78,6
	16	0,831	0,411	3,35	77,8
Caséine 10, Levure 5.....	27	0,888	0,501	—	76
Caséine 5, Levure 5.....	29	0,601	0,542	—	79
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	0,662	0,348	3,17	79
	26	0,719	0,575	2,08	75,6
	1	0,565	0,368	2,74	78
	2	0,508	0,299	2,74	78
	3	0,814	0,348	2,76	—
Edestine 20, Levure 5.....	1	0,569	0,392	3,07	77,8
	2	0,670	0,374	3,47	76,8
Edestine 10, Levure 5.....	31	0,677	0,376	—	70,3
	32	0,656	0,368	—	79
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	0,512	0,322	2,98	77,53
	5	0,485	0,339	2,99	77,00
	6	0,424	0,356	2,74	77,71
	27	0,635	0,463	2,71	80,62
	28	0,612	0,36	3,00	79,59
Edestine 20, Lysine, Levure 5..	19	0,559	0,402	2,59	77
	20	0,662	0,444	2,26	72
Edestine 10, Lysine, Levure 5..	33	—	—	—	—
	34	0,617	0,474	—	76,4
Ovalbumine 20, Levure 5.....	21	0,768	0,457	3,009	77
	22	0,731	0,487	3,178	78
Ovalbumine 20, Levure 2.....	23	0,632	0,430	2,845	78
	24	0,711	0,504	3,162	77

TABLEAU XI.— *Teneur en azote des diverses fractions du MUSCLE et du FOIE d'animaux soumis aux différents régimes..*

Régime	N° du Rat	Organe	N total en p. 100 du poids sec	N extractif en p. 100 du poids sec			Protéi en p. du po sec
				N hydro- soluble	lipidi- que	total	
Normal.....		Muscle	12,56	0,772	0,255	1,028	11,5
		Foie	11,26	0,192	0,456	0,648	10,6
Inanition		Muscle	14,25	1,068	0,419	1,487	12,8
		Foie	12,38	0,242	0,285	0,527	11,8
Inanition protéique		Muscle	15,15	0,952	0,541	1,493	13,6
		Foie	13,57	0,449	0,509	0,958	12,5
Peptone 20, Levure 5.....	10	Muscle	14,57	0,75	0,427	1,186	13,3
		Foie	8,38	0,04	0,659	0,704	7,6
Caséine 20, Levure 5..	5	Muscle	13,603	0,290	0,491	0,78	12,8
	6	»	12,924	0,122	0,151	0,27	12,6
	7	»	12,48	0,826	0,249	1,07	11,4
	8	»	12,15	0,672	1,029	1,70	10,4
	9	»	12,78	0,576	0,48	1,04	11,7
	5	Foie	9,91	0,171	0,54	0,71	9,2
	6	»	6,48	0,09	0,64	0,73	5,7
	7	»	11,05	0,11	0,59	0,70	10,3
	8	»	12,68	0,43	0,67	1,10	11,5
	9	»	11,40	0,19	0,53	0,71	10,6
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	4	Muscle	12,20	0,74	0,61	1,35	11,8
		Foie	12,28	0,12	0,48	1,60	10,6
Caséine 5, Levure 5.....	29	Muscle	—	—	—	—	—
		Foie	8,61	0,05	0,51	0,56	8,0
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	Muscle	10,25	0,56	0,24	0,80	9,4
	1	»	69,96	0,37	0,40	0,78	9,1
	2	»	—	—	0,36	—	11,1
	3	»	9,83	0,43	0,20	0,63	9,2
	25	Foie	9,65	0,11	0,47	0,58	9,0
	26	»	10,19	0,13	0,43	0,56	9,6
	1	»	9,9	0,20	0,42	0,62	9,2
	2	»	9,65	0,09	0,48	0,57	9,0
	3	»	7,91	0,09	0,48	0,57	7,9

TABLEAU XII. — *Teneur en azote des diverses fractions du MUSCLE et du FOIE d'animaux soumis aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Organe	N total en p. 100 du poids sec	N extractif en p. 100 du poids sec			N protéique en p. 100 du poids sec
				N hydro- soluble	lipidique	Total	
Edestine 20, Levure 5	2	Muscle Foie »	11,57	0,40	0,37	0,77	10,97
	1		—	—	—	—	—
	2		14,08	0,09	0,52	0,61	13,34
Edestine 10, Levure 5	31	Foie	10,46	0,12	0,33	0,45	9,71
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	Muscle	11,53	1,01	0,25	1,26	10,26
	5	»	—	—	0,36	—	10,31
	6	»	—	—	0,26	—	9,4
	27	»	13,21	0,61	0,55	1,11	12,04
	28	»	12,26	0,77	0,68	1,45	10,80
	4	Foie	8,88	0,1	0,35	0,45	8,43
	5	»	9,27	0,07	0,78	0,85	8,41
	6	»	8,47	0,05	0,50	0,55	7,92
	27	»	11,78	0,41	0,57	0,68	10,98
	28	»	10,78	0,15	0,68	0,83	10,25
Edestine 20, Lysine, Levure 5.....	34	Foie	11,204	0,094	0,35	0,44	10,76

TABLEAU XIII.— *Teneur en eau et en lipides du MUSCLE d'animaux soumis aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Poids du muscle		Poids sec dé- graissé	Lipides en p. 100 du poids frais	Eau en p. 100
		poids frais	poids sec			
Peptone 20, Levure 5.....	10	11,133	2,446	2,176	2,456	78,03
Caséine 20, Levure 5.....	5	8,07	3,47	3,2	3,35	69,1
	6	8,25	2,37	2,23	3,53	71,2
	7	8,26	2,07	1,64	5,26	74,85
	8	9,46	1,95	1,63	3,33	79,4
	9	11,7	3,13	2,72	3,46	73,27
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	4	5,30	1,36	1,19	3,26	74,32
Caséine 5, Levure 5.....	29	—	—	—	—	—
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	25	11,3	1,53	1,15	3,3	86,2
	1	6,28	1,63	1,21	6,63	74,1
	2	5,96	1,37	1,66	3,59	76,92
	3	10,58	3,08	2,05	9,34	71,38
Edestine 20, Levure 5.....	2	5,57	2,69	2,43	3,56	52,7
Edestine 10, Levure 5.....	—	—	—	—	—	—
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	5,95	1,49	1,15	5,80	74,8
	5	9,26	2,4	1,85	5,99	74
	6	2,43	0,81	0,55	10,40	62,7
	27	4,86	1,22	0,97	25,146	74,8
	28	7,58	1,58	1,38	2,5	77,8

TABLEAU XIV. — *Teneur en eau et en lipides du FOIE d'animaux soumis aux différents régimes.*

Régime	N° du Rat	Poids du foie		Poids sec dé- graissé	Lipides en p. 100 du poids frais	Eau en p. 100
		poids frais	poids sec			
Peptone 20, Levure 5.....	10	10,237	2,42	1,52	8,70	76
Caséine 20, Levure 5.....	5	10,92	1,66	1,32	3,19	85
	6	10,67	1,87	1,45	3,85	82,45
	7	9,97	2,52	1,92	5,09	74,65
	8	8,08	1,62	1,37	3,11	80
	9	15,03	2,94	2,18	5,05	80,4
Caséine 20, Cystine, Levure 5.	4	10,87	2,22	1,68	5,26	79,3
Caséine 5, Levure 5.....	29	4,73	1,36	0,94	9,04	71,1
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5	25	7,28	2,09	1,54	6,76	79
	26	5,11	1,52	1,01	5,00	70,2
	1	6,59	1,77	1,21	6,08	75,3
	2	6,24	1,64	1,24	6,4	75,3
	3	11,18	3,45	2,09	11,78	76,9
Edestine 20, Levure 5.....	1	—	—	—	—	—
	2	9,18	2,28	1,75	5,77	78,56
Edestine 10, Levure 5.....	31	7,05	1,83	1,3	7,55	73,9
	32	6,43	1,67	1,01	10,1	74,2
Edestine 20, Levure 1,5.....	4	6,04	1,67	1,17	8,28	72,3
	5	5,2	1,22	1,02	3,85	76,54
	6	3,94	1,31	0,80	10,45	66,7
	27	5,53	1,25	0,99	4,69	77,43
	28	5,81	1,51	1,17	5,85	73,9
Edestine 20, Lysine, Levure 5.	34	25,267	1,463	1,151	21,35	72,2

C. — *EXPOSÉ D'ENSEMBLE ET DISCUSSION
DES RÉSULTATS.*

Exposé d'ensemble des résultats.

Celui-ci est facilité par le calcul des valeurs moyennes. Malheureusement certains de nos régimes n'ont pu être administrés qu'à un seul animal et nos expériences, interrompues en juillet 1939, n'ont pu être poursuivies depuis lors. Nous avons, dans ce cas, fait figurer dans le tableau les valeurs obtenues pour un seul sujet (en égyptiennes) avec les moyennes des autres.

VARIATION DE POIDS DES ORGANES AUX DIVERS RÉGIMES.

Les valeurs moyennes de ces variations ont été calculées et rassemblées dans le tableau XV.

a) Variations du poids de chaque organe aux divers régimes.

Selon les régimes adoptés, les organes subissent des écarts de poids considérables ; ils peuvent parvenir à une régénération soit totale, soit partielle et parfois continuent à perdre du poids. Par ailleurs, pour une même protéine, les variations sont ou positives ou négatives selon la concentration en celle-ci dans le régime

FOIE. — Les régimes renfermant 5 p. 100 de levure de bière et 20 p. 100 de protéines se sont tous montrés favorables à une régénération du tissu hépatique. C'est ainsi qu'avec les régimes renfermant 20 p. 100 de peptone, 20 p. 100 de caséine, 20 p. 100 de caséine

et 1 p. 100 de cystine, 20 p. 100 d'édestine, 20 p. 100 d'édestine et 1,2 de lysine, 20 p. 100 d'ovalbumine, le foie a réparé ses pertes et accru sa masse ; ces re-

TABLEAU XV.— *Variations moyennes du poids des organes en p. 100 de leur poids initial.*

Régime	Foie	Reins	Cœur
Inanition	— 58,0	— 20,0	— 12,5
Inanition protéique	— 58,0	— 31,0	— 40,5
Proteïne 20 + Levure 5			
Peptone	+ 9,0	+ 41,0	+ 6,0
Caséine	+ 15,0	+ 23,5	— 0,5
Caséine + Cystine	+ 11,5	+ 28,0	— 16,0
Ovalbumine	+ 28,0	+ 7,5	— 5,0
Edestine	+ 3,5	+ 12,0	— 17,0
Edestine + Lysine	+ 14,0	+ 13,0	— 16,0
Proteïne 10 + Levure 5			
Caséine	+ 38,0	— 4,0	+ 2,0
Caséine + Cystine	— 50,0	— 20,0	— 22,0
Edestine	— 23,0	— 10,0	— 26,0
Edestine + Lysine	— 28,0	+ 3,0	— 6,0
Caséine 5 + Levure 5	— 28,0	— 6,0	+ 6,0
Proteïne 20 + Levure 2-4,5			
Caséine	— 16,0	+ 2,5	— 27,0
Caséine + Cystine	— 21,5	+ 2,5	— 18,0
Ovalbumine	— 1,5	+ 9,5	— 7,0
Edestine	— 25,0	+ 10,5	— 17,5

prises présentent des valeurs différentes selon la protéine ingérée : le gain est de 9 p. 100 avec la peptone, 20 avec la caséine, 11,5 avec la caséine additionnée de cystine, 4,1 avec l'édestine, 10,5 avec l'édestine additionnée de lysine, 22,4 avec l'ovalubmine. Quand la quantité de protéine administrée est moindre il ne se produit plus de régénération du tissu hépatique, exception faite pour la caséine, qui permet une augmentation de poids du foie pour une concentration minima de 10 p. 100 en protéines.

Les régimes où la levure de bière est donnée en quantité inférieure à 5 p. 100, ne permettent pas de gain, et fait curieux, l'adjonction de cystine à la caséine dans une alimentation contenant 1,5 p. 100 de levure de bière, non seulement n'a pas permis une augmentation de poids, mais a accéléré la perte de celui-ci ; le foie subit alors une diminution de 50 p. 100 de son poids, sans que la protéine donnée ait permis une rétention hépatique d'azote ; la perte est du même ordre de grandeur que celle observée lors de l'inanition totale ou protéique.

Ainsi qu'on peut le déduire des tableaux précédents, *il y a restauration totale de la masse hépatique, et même accumulation de réserves nouvelles quand le régime renferme des protéines et de la levure de bière en quantité satisfaisante pour l'organisme, partiellement quand la protéine est médiocre ou donnée en faible quantité, nulle pour un régime trop pauvre en levure de bière et en protéine.*

L'ovalbumine, la caséine, la peptone se révèlent aptes à une régénération marquée tandis que l'édestine manifeste un pouvoir moindre.

REINS. — Les reins subissent aux divers régimes des variations sensiblement parallèles à celles du foie,

cependant la reprise est plus nette. Les régimes riches en levure permettent un accroissement de l'organe ; mais quand la quantité de levure est insuffisante les reins ne réparent pas complètement leurs pertes, il se produit une faible régénération. Celle-ci se manifeste dans tous les cas, ce qui n'avait pas lieu pour le foie.

Quand les animaux reçoivent 5 p. 100 de levure et 20 p. 100 de protéine, on observe avec la peptone un gain de 41 p. 100, avec la caséine, un gain de 24 p. 100, avec la caséine additionnée de cystine un gain de 28 p. 100, un gain de 12 p. 100 avec l'édestine, de 23 p. 100 avec l'édestine additionnée de lysine et de 7,5 p. 100 avec l'ovalbumine.

Les reins ont réparé leurs pertes et augmenté leur masse, même avec des régimes ne permettant pas un accroissement de celle du foie : avec 20 p. 100 de caséine et un, puis 5 p. 100 de levure, le gain s'élève à 13 p. 100, à 2,4 p. 100 pour un régime renfermant 20 p. 100 de caséine, 1 p. 100 de cystine et 1,5 p. 100 de levure de bière, à 3 p. 100 pour le régime à 10 p. 100 d'édestine et 5 p. 100 de levure.

Dans les cas où l'organe diminue de poids, les pertes sont généralement inférieures à celles observées lors de la mort par inanition totale ou protéique ; seul le régime à 10 p. 100 de caséine, 1 p. 100 de cystine et 5 p. 100 de levure a accéléré la déperdition du poids.

Les reins récupèrent donc mieux encore que le foie, même lorsque la régénération est partielle et ils augmentent leur masse plus encore que celle du foie avec un régime favorable.

CŒUR. — Le cœur est l'organe qui reconstitue sa substance avec le plus de difficultés ; alors que le foie

et les reins reprennent, il ne se régénère que de façon partielle et les gains de poids par rapport aux témoins sont rares. C'est ainsi que presque tous les régimes renfermant 5 p. 100 de levure, ne permettent pas de gain ou une reprise minime ; seule l'ovalbumine a permis un gain de 5 p. 100 ; le cas de la caséine au taux de 10 et 5 p. 100 permettant un accroissement de poids du cœur est anormal et ne peut être pris en considération. Dans la moitié des cas au moins, les pertes ont été plus grandes qu'à l'inanition totale, mais n'ont jamais atteint cependant, celles obtenues à l'inanition protéique. Il est à remarquer, que dans le cas d'inanition protéique, le cœur, comme tous les organes d'ailleurs, a diminué jusqu'à ce que mort s'ensuive, tandis que, dans nos expériences, on a donné la protéine avant l'usure irrémédiable des tissus.

Le cœur fournit un gros travail dans l'organisme et subit de la sorte une usure considérable, ce qui explique *l'impossibilité de réparer totalement ses pertes quand le régime est insuffisant, tandis que les autres organes parviennent à reprendre du poids.*

**b) Variations de poids des divers organes
à un même régime.**

Dans le cas de reprise générale de l'organisme les organes subissent des variations différentes. Avec la peptone, le foie et les reins reconstituent leurs réserves, et arrivent même à augmenter de poids, tandis que le cœur, s'il ne continue pas à perdre, ne réalise qu'une réparation infime de ses tissus.

La caséine se montre favorable pour une reprise de poids du foie et des reins, qui reconstituent leur masse et l'augmentent, tandis qu'elle ne permet pas

un accroissement de poids du cœur ; celui-ci arrive en général tout au plus à reconstituer une partie de ses protéines. Dans le cas d'accélération de perte de poids, avec certains régimes contenant de la caséine et de la cystine, le foie et les reins subissent des pertes comparables à celles observées au cours du jeûne total ou protéique ; le cœur ne répare plus du tout, et continue même à diminuer, sans toutefois présenter une fonte comparable à celle de l'inanition protéique.

Avec l'ovalbumine et 5 p. 100 de levure on obtient la reprise de tous les organes ; dans ce cas là, le foie a un gain nettement supérieur à celui des reins : 22,4 p. 100 pour le foie, et 7,5 p. 100 pour les reins. Le cœur répare alors à peu près complètement ses pertes.

Quand le régime ne permet pas une restauration complète de l'organisme, *tous* les organes subissent des pertes. Avec 20 p. 100 d'édestine et 1,5 p. 100 de levure de bière le foie régénère environ la moitié de sa masse, le rein perd presque autant qu'à l'inanition, le cœur plus qu'au jeûne total et presque autant qu'à l'inanition protéique. L'examen de ces résultats sous ce double aspect montre que le *cœur répare difficilement ses pertes, même quand les autres organes reconstituent leur masse.*

II. — Variation de la teneur en azote total des organes.

La teneur en azote est sujette à deux variations de sens contraire : quand l'organisme dépérit et élimine de l'azote, le poids de l'organe diminue (pertes en protéines, eau et lipides) si bien que la teneur relative en azote croît tandis que la quantité absolue du même élément diminue, puisqu'il y a départ de pro-

téines. De même dans les cas de reprise, sa teneur en azote du foie baisse, bien qu'il s'enrichisse en protéines.

TABLEAU XVI. — *Variations moyennes des quantités d'azote contenues dans les organes en p. 100 des quantités présentes au début de l'expérience.*

Régime		Foie	Reins	Cœur
Inanition		— 50,3	— 17,2	— 17,7
Inanition protéique		— 49,5	— 24,5	— 32,6
Protéine 20 + Levure 5	Peptone	+ 29,4	+ 56,3	+ 11,5
	Caséine.....	+ 5,4	+ 22,4	+ 12,2
	Caséine + Cystine.....	+ 4,7	—	+ 11,5
	Ovalbumine.....	+ 44,5	+ 11,3	+ 7,3
	Edestine.....	+ 7,5	+ 31,9	— 2,7
	Edestine + Lysine.....	+ 2,7	+ 12,6	— 25,1
Protéine 10 + levure 5	Caséine.....	+ 20,3	—	—
	Caséine + Cystine.....	— 44,4	—	—
	Edestine.....	— 31,2	—	—
	Edestine + Lysine.....	— 28,4	—	—
Caséine 5 + Levure 5.....		— 42,0	—	—
Protéine 20 + Levure 2-4,5	Caséine.....	— 14,5	+ 18,0	— 13,2
	Caséine + Cystine.....	— 25,5	+ 0,5	— 13,9
	Ovalbumine.....	— 2,9	+ 49,9	+ 18,1
	Edestine	— 46,9	— 7,3	— 26,2

Nous avons calculé les variations du taux de l'azote en la rapportant à 100 grammes d'organe pris au début de l'expérience afin d'éliminer les erreurs d'appréciation dues au gain en eau et en lipides simultanées, celles des gains en protéines. Le tableau XVI rend compte des résultats moyens obtenus.

a) **Variations des quantités d'azote contenues dans un même organe en fonction du régime.**

FOIE. — Aucun des régimes étudiés, sauf celui contenant 10 p. 100 de caséine additionnée d'1 p. 100 de cystine, n'a permis une perte hépatique d'azote analogue à celle de la mort par inanition. Or, ADDIS, POO et LEW, ont démontré que la fonte des réserves protéiques du foie s'opère dès le début du jeûne. Il faut en conclure que toutes les protéines étudiées, même celles qui sont les plus médiocres pour couvrir le besoin de réparation permettent une reconstitution plus ou moins importante des protéines facilement mobilisables du foie.

Elles sont à cet égard de valeur fort inégales. Lorsque le régime renferme 5 p. 100 de levure, l'ovalbumine permet de réaliser un gain plus important que la caséine pendant le même temps ; la première provoque une augmentation de 17 p. 100 des quantités d'azote, et la seconde seulement une reprise partielle des protéines perdues au cours de la prépériode, les quantités d'azote du foie en fin d'expériences étant inférieures de 11 p. 100 à celles présentes au début de celle-ci. Quand à l'addition de cystine à la caséine, son influence est très minime, pour autant que l'on puisse en juger à partir de notre petit nombre d'expériences, si l'apport en protéine est suffisant. Mais les animaux recevant de la caséine en faible quantité

ont présenté une fonte très importante de leur masse et de leur azote hépatique si de la cystine était présente dans le régime. C'est là un fait que nous essaierons d'interpréter plus bas. Quant à l'édestine additionnée ou non de lysine, elle permet une reprise de l'azote hépatique satisfaisante. *Dans l'ensemble les protéines aptes à la croissance administrées pendant un temps assez long pour que les animaux retrouvent et dépassent leur poids initial régénèrent les réserves protéiques du foie.* (avec un régime renfermant 5 p. 100 de levure).

Il n'en est plus de même si ces protéines, sont offertes dans des conditions où, leur azote étant moins bien retenu, il y a reprise partielle, absence de reprise ou perte de poids. Une seule exception a été observée chez des animaux recevant des aliments renfermant 20 p. 100 d'ovalbumine et 2 p. 100 de levure. Il y a alors réparation des pertes hépatiques et même un léger gain, mais l'expérience a montré que les rétentions azotées sont beaucoup plus fortes avec l'ovalbumine qu'avec les autres produits étudiés. Dans l'ensemble lorsque l'on réduit de 5 à 2 et à 1 p. 100 la teneur en levure sèche du régime il n'y a ni reprise totale du poids des organismes, ni reprise totale de l'azote hépatique. Néanmoins le foie renferme alors toujours plus d'azote que si les animaux avaient subi une inanition de vingt-quatre heures. *Il y a donc toujours reconstitution partielle des réserves azotées hépatiques, aux dépens des protéines ingérées.*

REINS. — Un fait remarquable se dégage de nos résultats : *aucun des régimes étudiés ne provoque une déperdition azotée des reins* ; de plus ceux-ci fixent au cours des expériences des quantités plus ou moins importantes d'azote. Les écarts observés avec les di-

vers régimes sont d'ailleurs assez peu significatifs ; seul leur sens donne une indication précise, les chiffres extrêmes étant + 1,8 et + 20 p. 100 de l'azote contenu dans les organes au début de l'expérience. La présence de levure en quantité plus ou moins grande dans les aliments ne semble jouer aucun rôle important dans ce phénomène. Il y a lieu de remarquer à cet égard que dans de nombreux cas la masse rénale diminue sans perte azotée notable, ce qui tient à la mobilisation de réserves ternaires sans fonte protéique. C'est là un fait d'autant plus curieux qu'à l'inanition la perte de poids des reins va de pair avec leur fonte azotée.

CŒUR. — Si la diminution de poids du cœur peut être observée même avec des régimes à 5 p. 100 de levure, lorsque la reprise du poids corporel est lente, elle n'est pas parallèle, en général, avec une déperdition azotée du même ordre de grandeur. Ici encore la mobilisation des dépôts lipidiques péricardiaques ou intracardiaques n'est pas simultanée à une protéolyse importante et le gain d'azote est de règle lorsque le régime est riche en une protéine apte à couvrir les besoins de croissance. A cet égard les divers produits étudiés sont à peu près équivalents.

b) Variations des quantités d'azote contenues dans les divers organes chez des animaux soumis à un même régime.

De même que les poids de tous les organes ne subissent pas de variations parallèles, les quantités d'azote qu'ils renferment ne se modifient pas identiquement. A cet égard il est manifeste que le *foie occupe une place particulière dans l'organisme*. Dans

de nombreux cas, surtout lorsque la reprise du poids est incomplète, le rein et même le cœur conservent leurs constituants azotés, tandis que le foie perd une partie importante des siens (régime à 2 et à 1 p. 100 de levure). Bien plus, même avec des gains de poids importants (régime à la caséine et à 5 p. 100 de levure), une récupération incomplète des protides de réserve du foie est simultanée à un gain d'azote notable des reins et du cœur.

III. -- Teneurs du foie et du muscle en diverses fractions azotées après réalimentation protéique par divers régimes.

Cette étude n'a, en raison des circonstances, pu être poursuivie que sur une partie des animaux soumis à nos expériences ; elle n'a porté, en fait, à une échelle permettant des conclusions fermes, que sur ceux recevant des régimes à la caséine et à l'édessine.

Le tableau XVII contient les valeurs moyennes des résultats obtenus pour les diverses fractions de l'azote du muscle et du foie (azote protéique, azote extractif hydrosoluble ou lipidique).

MUSCLE. — Aucune modification significative de l'azote protéique n'est observée tandis que dans l'ensemble le taux de l'azote extractif est légèrement inférieur à celui des animaux témoins, tandis que l'azote lipidique est supérieur aux valeurs moyennes normales. Ce dernier fait, allant de pair avec la reprise ou l'augmentation de poids des animaux, semble indiquer qu'une partie de l'azote retenu a servi à la synthèse de phospholipides tissulaires. Quant à la baisse de l'azote extractif hydrosoluble, elle témoi-

TABLEAU XVII. — Valeurs moyennes des teneurs en azote total protéique, et en azote extractif (hydrosoluble, lipidique, total) du MUSCLE et du FOIE aux divers régimes.

Régime	Organes	N total en p. 100 du poids sec	N pro- téique en p. 100 du poids sec	N extrac- tif hydro- soluble	N extrac- tif lipidi- que	N extrac- tif total
Normaux	Muscles	12,56	11,58	0,772	0,255	1,028
Inanitiés.....	»	14,25	12,89	1,068	0,419	1,487
Inanition protéique.....	»	15,15	13,60	0,952	0,541	1,493
Peptone	»	14,57	13,389	0,759	0,427	1,186
Caséine 20, Levure 5	»	12,59	11,808	0,509	0,480	0,972
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	»	12,20	11,85	0,740	0,610	1,350
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	»	10,01	9,74	0,440	0,300	0,756
Edestine 20, Levure 5	»	11,57	10,97	0,400	0,370	0,770
Edestine 20, Levure 1,5.....	»	12,33	10,50	0,796	0,420	1,273
Normaux	Foies	11,26	10,61	0,192	0,456	0,648
Inanitiés... ..	»	12,38	11,85	0,242	0,285	0,527
Inanition proteique.....	»	13,57	12,50	0,449	0,509	0,958
Peptone	»	8,38	7,676	0,044	0,659	0,704
Caséine 20, Levure 5	»	10,304	9,512	0,198	0,596	0,794
Caséine 20, Cystine, Levure 5..	»	12,28	10,69	0,120	0,480	0,600
Caséine 5, Levure 5	»	8,61	8,05	0,050	0,510	0,560
Caséine 20, Cystine, Levure 1,5.	»	9,46	8,798	0,154	0,356	0,510
Edestine 20, Levure 5.....	»	14,08	13,34	0,090	0,520	0,610
Edestine 10, Levure 5	»	10,16	9,76	0,120	0,330	0,450
Edestine 20, Levure 1,5	»	9,836	9,199	0,096	0,570	0,672
Edestine 20, Lysine, Levure 5 .	»	11,204	10,76	0,094	0,350	0,444

gne sans doute du taux réduit de la protéolyse cellulaire dans les conditions expérimentales adoptées.

FOIE. — Dans l'ensemble, ici encore les valeurs obtenues s'écartent peu de celles caractérisant le foie des animaux normaux, sauf en ce qui concerne le taux réduit d'azote extractif hydrosoluble et une augmentation du taux de l'azote lipidique avec les régimes les plus favorables à la réparation des pertes azotées. La signification de ces quelques faits sera dégagée de leur comparaison avec ceux établis par J. ROCHE, DROUINEAU, FOUQUET et PASSELAIGUE [52] dans des expériences au cours desquelles la régénération des protéines n'a pas été possible malgré une alimentation riche en protéides.

D. — DISCUSSION DES RÉSULTATS.

L'examen d'ensemble des données obtenues permet de discuter leur signification physiologique et de tirer les conclusions de nos recherches. Celles-ci permettent d'envisager d'une part le comportement des divers organes dans les processus de réparation des pertes protéiques et le rôle du foie comme organe de réserve azotée et, d'autre part de comparer la valeur des diverses protéines étudiées pour la régénération des organes ayant subi une importante protéolyse.

I. — Comportement du foie, des reins, du cœur et des muscles au cours de la réparation des pertes azotées par des régimes renfermant des protéines couvrant le besoin de croissance.

On pouvait penser que, si tous les organes participaient également à la couverture du besoin azoté quand le régime ne le couvre pas (jeûne, inanition

protéique), il devraient réparer simultanément leurs pertes. Or l'expérience a montré qu'il existe une véritable hiérarchie des organes à cet égard. ADDIS, POO et LEW, dans un premier ensemble de travaux ont établi que la fonte hépatique au jeûne est beaucoup plus considérable que celle de tous les autres organes. J. ROCHE, DROUINEAU, PASSELAIGUE et FLEURENT ont confirmé les observations et les ont étudiées à l'inanition protéique, laquelle permet de réaliser des pertes azotées beaucoup plus grandes des reins, du cœur, du poumon, tant en ce qui concerne la masse de ceux-ci que les quantités d'azote qu'ils renferment. Tout se passe donc comme si les protéines hépatiques mobilisables constituaient une réserve très facilement mobilisable dans sa totalité, tandis que les autres organes ne cèderaient de l'azote à l'organisme ou ne consommeraient leur propre substance que beaucoup plus lentement et avec une extrême difficulté. Les données que nous venons de résumer permettent donc :

Celles correspondant aux pertes par inanition à la disparition des réserves ou d'une fraction de l'azote tissulaire facilement cristallisable ;

Celles correspondant aux pertes par inanition protéique à la disparition des réserves et à celle de la quasi-totalité de l'azote tissulaire mobilisable sans une réduction de la masse des tissus entraînant la mort d'animaux par un mécanisme complexe. Celui-ci, analogue aux cachexies pathologiques comporte entre autres l'intoxication par les déchets de la protéolyse cellulaire et la réduction de la valeur physiologique des organes en voie de consommation.

Cette base de discussion permet donc de préciser dans quelle mesure les organes de nos animaux d'ex-

périence ayant subi une préperiode de jeûne (2 jours) suivie d'inanition protéique (18 jours) ont réparé leur pertes à partir des protéines ingérées dans les conditions adoptées.

Réserves hépatiques et réparation des pertes azotées.

— Dans l'ensemble tous les régimes ayant permis des reprises importantes de poids des animaux, dépassant plus ou moins les pertes antérieures provoquent un gain de poids du foie atteignant 38 p. 100 du poids initial dans le cas le plus favorable. Cette augmentation de masse n'est pas rigoureusement parallèle à l'enrichissement en azote et par ailleurs celui-ci n'a jamais dépassé 17 p. 100. Les régimes permettant la réparation des pertes azotées d'un organisme assurent donc la régénération et même une légère augmentation des réserves azotées du foie de nature protéique.

A cet égard le rôle particulier du foie se manifeste nettement quand on compare son comportement et celui des autres organes. On avait déjà observé qu'au cours d'inanition totale ou protéique la fonte hépatique était exceptionnellement rapide et importante. Si le foie joue un rôle de réserve tandis qu'il n'en est pas de même des autres organes, on doit s'attendre à ce que ceux-ci présentent une évolution différente lors de la réparation des pertes azotées. C'est bien là ce que l'expérience vérifie. En effet le cœur et les reins subissent une fonte importante au cours de la préperiode de jeûne et d'inanition protéique, comme le foie. Mais, par la suite, le premier opère une reprise protéique plus importante, ayant lieu même quand l'organisme supporte mal le régime. De même pour les reins lesquels présentent par ailleurs une légère hypertrophie, due sans doute en partie au tra-

vail sécrétoire important provoqué par l'ingestion de régimes plus riches en azote que ceux du chenil auquel les animaux sont habituellement soumis.

Il existe une dissociation nette entre le foie et les autres organes étudiés, dissociation faisant ressortir le rôle d'organe de réserve protéique du premier. On remarquera en effet que la récupération des protéines hépatiques ne s'opère que comme par l'effet d'un « trop plein » des autres organes, en particulier des reins. Toutefois, en ce qui concerne le cœur, la restauration des réserves non protéiques est certainement beaucoup plus lente que dans le foie puisque le muscle cardiaque récupère bien l'azote perdu, mais ne reprend son poids qu'en partie.

En somme l'administration de protéines aptes à couvrir le besoin de croissance des animaux adultes ayant subi une perte en azote et en poids importante permet toujours une restauration plus ou moins complète du cœur et des reins, et même une hypertrophie de ceux-ci dans certains cas, tandis que le foie ne reprend son poids initial et ne récupère ses protéines que lorsque l'organisme reçoit un régime riche en azote (20 p. 100 de protéine). On a toujours observé l'appauvrissement du foie en azote quand le régime ne renferme que 10 p. 100 de protéine.

Nos résultats peuvent donc être résumés de la manière suivante : le foie ne répare ses pertes protéiques qu'après les autres organes. Comme, par ailleurs, il mobilise environ 25 p. 100 de ses protéines avec une extrême facilité, il y a lieu de le considérer comme un organe de réserve de protéines.

II. Réparation des pertes azotées, régénération des réserves protéiques du foie et nature des protéines du régime.

Comme l'ont montré les expériences poursuivies antérieurement par J. ROCHE, GUEIT, PUECH-GLASBERG et par nous [53] les diverses protéines aptes à couvrir le besoin azoté de croissance chez l'animal jeune ne sont pas équivalentes pour couvrir le besoin de réparation. Si l'on en juge par les résultats de la méthode des bilans, l'ovalbumine (100) est à cet égard bien supérieure à la caséine (67,1) et celle-ci à l'édésine (58,3) (voir figure 1, p. 41). Par ailleurs l'adjonction aux deux dernières de l'acide aminé dont leur pauvreté relative est le « facteur limitant de croissance » (OSBORNE et MENDEL), à savoir la lysine pour l'édésine et la cystine pour la caséine, les rend plus efficaces (89,9 et 76,9 respectivement). Enfin nous avons vu que l'action réparatrice de ces diverses protéines ne se manifeste que si le régime renferme un certain pourcentage de levure, les résultats les plus favorables étant obtenus en présence de 5 p. 100 de celle-ci. Toutefois, dans le cas de la peptone et, à un degré moindre, de l'ovalbumine, il est possible d'observer des reprises de poids et des gains d'azote satisfaisants avec 2 p. 100 de levure. Puisque les divers régimes étudiés ne sont pas équivalents pour la couverture du besoin de réparation, quelle est leur valeur respective pour les différents organes susceptibles de régénérer et d'augmenter leur masse.

Lorsque les aliments contiennent 20 p. 100 des divers protides étudiés et 5 p. 100 de levure les résultats obtenus sont voisins dans tous les cas, à ceci près que la caséine est nettement inférieure à l'ovalbumine

pour la formation des réserves hépatiques. Mais les différences sont peu nettes et elles s'écartent peu de celles notées entre les différences individuelles observées avec un même régime. Par contre la caséine et l'édestine, au taux de 10 p. 100 ne permettent une bonne réparation ni des pertes hépatiques ni de celles des autres organes. Quant à l'adjonction de cystine à la caséine, elle a alors une action défavorable, peut-être due à une excitation du métabolisme azoté allant de pair avec la pauvreté du ravitaillement en protides et provoquant une protéolyse endogène.

Enfin la levure apparaît comme apportant un facteur d'utilisation des protéines en ce sens que la réduction de sa quantité dans le régime provoque un défaut d'assimilation de celles-ci se traduisant par le rejet de l'azote résorbé. C'est lors de l'ingestion de régimes pauvres en levure (2 p. 100, 1,5 p. 100) que se manifestent les différences de valeur des protéines étudiées pour couvrir le besoin de réparation. En effet, l'ovalbumine permet alors encore des gains appréciables d'azote par le foie, les reins et le cœur. De même la caséine. Par contre l'adjonction de cystine à celle-ci exerce, comme avec une alimentation trop pauvre en caséine, une action défavorable. Quant à l'édestine, elle est légèrement inférieure aux précédentes. Or, dans ces conditions, la reprise du poids corporel des animaux est incomplète ; c'est donc le muscle dont la régénération est alors arrêtée.

Ces comparaisons ne peuvent d'ailleurs pas être très précises puisque nos expériences n'ont pas été poursuivies pendant des périodes d'une durée rigoureusement identiques avec les divers régimes étudiés, mais elles constituent un complément utile à celles ayant établi l'inégalité des diverses protéines aptes

à couvrir le besoin de croissance pour la satisfaction du besoin de réparation. Il y a lieu de les rapprocher de celles poursuivies par A. et J. ROCHE, DROUINEAU, FOUQUET et PASSELAIGUE dans des conditions où la réparation permanente des pertes protéiques n'avait pas pu être obtenue. Dans ce cas une importante accumulation de l'azote extractif hydrosoluble s'était manifestée dans le muscle et dans le foie tandis que dans nos recherches il n'en est pas ainsi. Ce fait témoigne de l'assimilation des produits que nous avons administrés et de leur utilisation cellulaire. Aussi les différences de comportement des organes observées et les différences de valeur des protéines étudiées correspondent elles à des faits reliés à la physiologie normale des tissus et non à ses troubles.

CONCLUSIONS.

L'étude du poids et de la composition du foie, des reins, du cœur et des muscles d'animaux soumis à une préperiode d'inanition, puis de jeûne protéique, suivie d'une période de réalimentation azotée a été poursuivie. Trois facteurs alimentaires ont été modifiés suivant les conditions de l'expérience, à savoir : la nature et la quantité de protéine administrée et la quantité de levure de bière présentes dans le régime. Les animaux ont ingéré au taux de 20, 10 et 5 p. 100 certaines protéines également aptes à couvrir le besoin de croissance (protéines musculaires à l'état de peptone, caséine additionnée ou non de cystine, ovalbumine, édestine additionnée ou non de lysine) pendant des périodes en général voisines de 30 jours. Des travaux antérieurs (J. ROCHE, M. GUEIT, A. MICHEL et PUECH-GLASBERG) ayant établi que ces protéines ne sont pas également aptes à couvrir le besoin azoté de réparation, nous avons cherché à préciser dans quelle mesure elles permettaient respectivement la régénération partielle ou totale des divers organes. Les conclusions suivantes peuvent être tirées de nos recherches.

1. Le foie, les reins et le cœur ne réparent pas simultanément leurs pertes en poids et en azote après une période de jeûne total et d'inanition protéique.

2. Avec des régimes permettant une reprises totale du poids (5 p. 100 de levure et 20 p. 100 de protéine) le foie reconstitue et augmente sa masse. Il présente un gain d'azote particulièrement important avec l'ovalbumine et un gain de poids avec les protéines musculaires, dont il a été établi qu'elles constituent les meilleurs aliments azotés pour la couverture du besoin de réparation. L'édestine, protéine médiocre pour la couverture du même besoin, est aussi celle qui favorise le moins la reprise hépatique.

3. La réduction des quantités de levure à 2 p. 100 du régime empêchant une reprise du poids corporel, sauf dans le cas de l'ovalbumine parmi les produits étudiés, entraîne une réduction de la reprise hépatique, les reins réparant alors leurs pertes.

4. *Le foie ne s'enrichit en protéines que si l'organisme a pu réparer la totalité de ses pertes antérieures. Dans le cas contraire on observe fréquemment que d'autres organes se reconstituent intégralement et même se développent tandis que le foie ne reprend ni son poids initial, ni sa teneur initiale en protéines.*

5. Tous les régimes riches en protéines administrés ont permis une augmentation importante de la masse et de l'azote des reins, même si l'organisme total et le foie n'ont pas pu reprendre leurs poids initial. Avec les régimes à 20 p. 100 de protéine et à 5 p. 100 de levure le rein gagne généralement plus de poids et d'azote que le foie.

6. Le cœur répare en général ses pertes azotées plus facilement que le foie, mais ses pertes de poids sont plus durables, probablement parce que ses réserves ternaires ne peuvent être reconstituées rapidement.

7. L'addition de lysine à l'édestine ne modifie pas sensiblement sa valeur dans les phénomènes étudiés, tandis que l'adjonction de cystine à la caséine, sans action importante quand le régime est riche en protéine et en levure est défavorable dans le cas contraire (10 p. 100 de caséine ou 2 p. 100 de levure). Tout se passe alors comme si la cystine provoquait une consommation des tissus en stimulant leur métabolisme azoté.

8. Le fait que l'inégalité manifeste des diverses protéines étudiées à couvrir le besoin de réparation ne se traduit pas par des différences importantes dans la réparation des pertes ou les gains présentés par le foie, les reins et le cœur indique que c'est principalement sur la régénération de la masse musculaire que doivent porter les différences de rétention azotée et de gain de poids corporel établies antérieurement.

9. Ces résultats établissent à nouveau, à la suite de ceux apportés par A. et J. ROCHE, DROUINEAU, FOUQUET et PASSELAIGUE, que *les divers organes ne participent identiquement ni aux pertes azotées, ni à la réparation de celles-ci. Les organes à fonctionnement continu, tels que le cœur, les reins sont les moins facilement atteints par les pertes.* Ils peuvent même maintenir leur masse pondérale et azotée aux dépens d'autres, en particulier du foie et des muscles, mais leur reprise est plus lente. *Quant au foie, il apparaît comme un organe renfermant des réserves de protéines ne se reconstituant qu'après la reprise des reins, du cœur et pouvant être mobilisées avec une extrême facilité.*

Vu et approuvé
Marseille, le 24 avril 1941.

Le Président,
JEAN ROCHE.

Vu et approuvé,
Aix, le 30 avril 1941.

Le Recteur,
P. MARTINO.

Vu et approuvé,
Marseille, le 25 avril 1941.

Pour le Doyen,
L'Assesseur,
F. MERCIER.

BIBLIOGRAPHIE.

1. ABDERHALDEN (E.). — Weitere Beiträge zur Kenntniss von organischen Nahrungsstoffen mit spezifischer Wirkung. XV. Ernährungsversuche mit künstlich dargestellten organischen Nahrungsstoffen und ferner mit auszusammengesetzten organischen Nahrungsstoffen gewonnenen Bausteinen mit Zusatz von Nutraminen. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1915, **160**, 511-521.
2. ABDERHALDEN (E.) und MANOLIN (D.). — Weiterer Beitrag zur Frage nach der Werwertung von tief abgebauten Eiweiss in tierischen Organismus. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1910, **65**, 330-350.
3. ABDERHALDEN (E.). — Fütterungsversuche mit vollständig abgebauten Nahrungsstoffen. Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1912, **77**, 22-58.
4. ADDIS (T.), POO (L. J.) and LEW (W.). — Protein loss from liver during a two days fast. *Journ. of biol. Chem.*, 1936, **115**, 117-118.
5. ADDIS (T.), POO (L. J.) and LEW (W.). — The quantities of proteins lost by the various organs and tissues of the body during a fast. *Journ. of biol. Chem.*, 1936, **115**, 111-116.
6. BERG (W.). — Ueber den mikroskopischen Nachweis der Eiweisspercherung in der Leber. *Biochem. Ztschr.*, 1914, **61**, 425-433.
7. CAHN (Th.). — Revue critique de nos connaissances sur la composition chimique et la structure histologique du muscle normal et atrophie. *Ann. de Physiol. et de Physicochim. biol.*, 1926, **2**, 646-681.
8. CAHN (Th.) et BONOT (A.). — Recherches sur les variations des équilibres des constituants cellulaires. II. Variations au cours du jeûne. *Ann. de Physiol. et de Physicochim. biol.*, 1928, **4**, 485-530.
9. CAHN (Th.). — Dégénérescence musculaire. Assimilation fonctionnelle et action nerveuse. Contribution à l'étude des équilibres cellulaires. *Thèse Doct. Méd., Strasbourg*, 1926, Editions universitaires de Strasbourg, 145 p.
10. CAHN (Th.). — Recherches de physiologie générale sur les variations des équilibres des constituants cellulaires au cours du développement embryonnaire et du jeûne. Constitution et évolution de la molécule des protides. *Thèse Doct. Sc. nat., Paris*, 1928, G. Doin et Cie édit., 190 p.

11. CIOGLIA (L.). — Sul valore ricostruttivo di alcune proteine purificate. I. Disposizione generale degli esperimenti. Variazioni ponderali di Ratti rialimentati con ovalbumina, caseina, gliadina e gelatina. II. Metabolismo azotato di Ratti rialimentati con ovalbumina, caseina, gliadina e gelatina. *Boll. d. Soc. ital. di Biol. Sperim.*, 1936, **11**.
12. FOLIN (O.) et DENIS (W.). — Protein metabolism from the standpoint of blood and tissue analysis. *Journ. of biol. Chem.*, 1912, **11**, 87-95.
13. GAUTIER (Cl.). — Augmentation des protéines hépatiques sous l'influence d'une alimentation protéique abondante. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1929, **11**, 168-177.
14. GAUTIER (Cl.). — Augmentation des protéines hépatiques sous l'influence de l'alimentation par un mélange de plusieurs acides aminocarboniques, de graisse de beurre et de glucose. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1930, **12**, 1382-1391.
15. GAUTIER (Cl.). — Existe-t-il des réserves de protéines dans le foie des Grenouilles au début de l'hibernation ? *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1931, **13**, 143-147.
16. GAUTIER (Cl.). — Nouvelles recherches sur l'augmentation des protéines hépatiques sous l'influence de l'alimentation par un mélange de plusieurs acides aminocarboniques, de graisse de beurre et de glucose. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1932, **14**, 801-803.
17. GAUTIER (Cl.). — Augmentation des protéines hépatiques sous l'influence de l'alimentation par un mélange de plusieurs acides aminocarboniques et d'une minime quantité de miel. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1932, **14**, 804-807.
18. GAUTIER (Cl.). — Augmentation des protéides hépatiques sous l'influence d'une alimentation mixte renfermant un mélange naturel d'acides aminocarboniques. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1935, **15**, 1563-1565.
19. GAUTIER (Cl.). — Les protéides du foie chez la Grenouille soumise à un long jeûne. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1934, **16**, 414-418.
20. GAUTIER (Cl.), RATELADE (J.) et CASATI (R.). — L'azote total du foie chez la Grenouille d'été et d'hiver à jeun ou recevant une alimentation riche en azote. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1935, **17**, 745-750.
21. GAUTIER (Cl.) et THIERS (H. P.). — Augmentation du volume, du poids et de l'azote total du foie sous l'influence d'une alimentation riche en azote. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1928, **10**, 552.
22. GREENE (C. W.). — Biochemical changes in the muscle tissue of king Salmon during the fast spanning migration. *Journ. of biol. Chem.*, 1919, **39**, 435-456.

23. GUASTALLA (R.) e RIGOLETTI (L.). — Iponutrizione di lunga durata e rinutrizione di giovani ratti albini. *Arch. Sc. Med.*, 1935, **59**, 193.
24. HENRIQUES (V.) voir ROCHE (J.). — Recherches sur le syndrome urinaire des troubles métaboliques provoqués par la carence du facteur B chez le Rat. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1930, **12**, 342-356.
25. JANNEY (N. W.). — Protein content of muscle. *Journ. of biol. Chem.*, 1916, **25**, 187.
26. KOSSEL (A.) und SCHENK (E. G.). — Untersuchungen über die basischen Eiweissstoffe. Ein Beitrag zu ihrer Entwicklungsgeschichte. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1927, **173**, 278-308.
27. LUCK (J. M.). — The liver proteins, pp. 215-229, in *Perspectives in Biochemistry*, 1 vol., 361 p., Cambridge Univ. press, édit., 1937.
28. LUCK (J. M.). — The metabolism of aminoacids. *Journ. of biol. Chem.*, 1928, **77**, 13-26.
29. LUCK (J. M.). — Liver proteins. I. The questions of proteins storage. *Journ. of biol. Chem.*, 1936, **135**, 491-510.
30. Mac COLLUM (E. V.) and STEENBOCK (H.). — *Wisc. Agr. exp. Sta. Res. Bull.*, N° 21, 1912, p. 69, cité d'après MITCHELL et HAMILTON, **33**, p. 463.
31. MARTIN (Ch. J.) and ROBINSON (R.). — The minimum nitrogen expenditure of man and the biological value of various proteins for human nutrition. *Biochem. Journ.*, 1922, **16**, 407-447.
32. MIESCHER (F.). — Statistische und biologische Beiträge zur Kenntniss vom Leben des Rheinlachs in Süswasser. *Die histochemischen und physiologischen Arbeiten von F. Miescher*, 1897, Leipzig, 116 p.
33. MITCHELL (H. H.) and HAMILTON (T. S.). — The biochemistry of the aminoacids, 1 vol. 619 p., Ed. *The Chemical Catalog Company*, New-York, 1929.
34. MITCHELL (H. H.), NEVENS (W. B.) and KENDALL (F. E.). — The relation between the endogenous catabolism and the non protein constituents of the thymus. *Journ. of biol. Chem.*, 1912, **52**, 417-437.
35. NOËL (R.). — Sur le rôle de la cellule hépatique dans l'élaboration et la mise en réserve des albuminoïdes. *Presse Méd.*, 1923, **14**, 158.
36. OSBORNE (Th. B.) und MENDEL (L. B.). — Beobachtungen über Wachstum bis Fütterungsversuchen mit isolierten Nahrungssubstanzen. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1912, **80**, 307-370.
37. OSBORNE (Th.) and MENDEL (L. B.). — Aminoacids in nutrition and growth. *Journ. of biol. Chem.*, 1915, **20**, 351-378.

38. OSBORNE (Th.) and MENDEL (L. B.). — The comparative nutritive value of certain proteins in growth and the problem of the protein minimum. *Journ. of biol. Chem.*, 1915, **20**, 350-378.
39. OSBORNE (Th.) and MENDEL (L. B.). — A quantitative comparison of casein, lactalbumin and edestin for growth and maintenance. *Journ. of biol. Chem.*, 1916, **26**, 1-23.
40. OSBORNE (Th.) and MENDEL (L. B.). — The aminoacid minimum for maintenance and growth as exemplified by further experiments with lysine and tryptophane. *Journ. of biol. Chem.*, 1916, **25**, 1-12.
41. PASSELAIGUE (P.). — Contribution à l'étude et à la réparation des pertes azotées importantes par des protéines aptes ou inaptes à couvrir les divers besoins des animaux adultes. *Thèse Doct. Pharm.*, Marseille, 1937, 1 vol., 125 p., Patissier, édit., Trévoux.
42. PERETTI (G.). — Sul valore alimentare ricostruttivo delle proteine di alcuni alimenti. *Quad. del Nutrizione*, 1936, **3**, 192-214.
43. PUGLIESE (A.). — Etudes sur la réalimentation. II. Les matières organiques et inorganiques du foie et des muscles dans les premiers jours de la réalimentation. *Journ. de Physiol. et de Pathol. génér.*, 1904, **6**, 193.
44. ROCHE (A.). — La plasticité des protéines et la spécificité de leurs caractères. *Actualités scientifiques et industrielles*, série *Exposé de Biophysique*, 1935, 1 vol., 52 p., Hermann et Cie, édit., Paris.
45. ROCHE (A.). — Inanition protéique. Réserves azotées et constitution des protéines musculaires. *Thèse Doct. Méd.*, Marseille, 1933, 1 vol., 229 p. Patissier, édit., Trévoux.
46. ROCHE (A.). — Réserves azotées musculaires. *Skand. Arch. f. Physiol.*, 1933, **11**, 75-86.
47. ROCHE (A.). — La teneur en azote des organismes et sa signification. *C. R. Soc. Biol.*, 1933, **113**, 105-107.
48. ROCHE (A.). — Recherches sur la constitution des protéines musculaires. I. Inanition totale et inanition protéique. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1933, **15**, 1290-1307. II. Constituants azotés du muscle chez les animaux morts d'inanition protéique. *Ibid.*, 1934, **16**, 256-269. III. Composition des protéines musculaires chez l'animal par inanition protéique et réserves azotées musculaires. *Ibid.*, 1934, **16**, 270-284.
49. ROCHE (A.), ROCHE (J.), DROUINEAU (S.) et PASSELAIGUE (P.). — Réparation des pertes azotées importantes et couverture des besoins alimentaires en protides. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1938, **34**, 217-251.
50. ROCHE (J.). — Protides in : *Physiologique*, vol. 1, 1937, 1-54, Revue annuelle éditée par Hermann et Cie, Paris.

51. ROCHE (J.) et DUBOULOZ (P.). — Sur la spécificité des globines dans les hémoglobines. *C. R. Soc. Biol.*, 1933, **113**, 317-319.
52. ROCHE (J.), DROUINEAU (S.), FOUQUET (S.) et PASSELAIGUE (P.). — Réparation des pertes azotées importantes et couverture des besoins alimentaires en protides. II. Sur la participation des divers organes aux pertes azotées et à leurs réparations et sur le rôle physiologique de l'azote extractif des tissus. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1938, **20**, 720-749.
53. ROCHE (J.), GUEIT (M.), MICHEL (A.) et PUECH-GLASBERG (R.). — Réparation des pertes azotées importantes et couverture des besoins alimentaires en protides. III. Aptitude de diverses protéines à satisfaire le besoin de croissance et réparation des pertes azotées chez l'adulte. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1941, **23**, 1063-1072.
54. RICCIONE (B.). — Osservazioni sulla nutrizione dei ratti bianchi adulti. *Riv. applic. alla Educ. fis.*, 1935, **5**, 103.
55. RÜBNER (M. von). — Ueber die Wasserbildung in Kolloiden mittels Berücksichtigung der quergestreiften Musculatur. *Preuss. Acad. Math. Naturw. Klasse n° 1*, 1922.
56. SCHENCK (E. G.) und KUNSTMANN (H. K.). — Ueber die Abhängigkeit des Baues der Proteine des Blutserums von Stoffwechselfvorgängen. im Organismus. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1933, **215**, 87-92.
57. SHERMANN (H. C.). — Protein requirement maintenance in man and nutrition efficiency of head protein. *Journ. of biol. Chem.*, 1920, **41**, 97-109.
58. TERROINE (E. F.). — Le métabolisme de l'azote. Vol. I., 1 vol., 562 p., Presses univ. édit., Paris, 1933, in coll. *Problèmes biologiques*.
59. TERROINE (E. F.), BONNET (R.), CHOTIN (R.) et MOUROT (G.). — Le rôle des sels ammoniacaux et des albumines déficients et des albumines efficaces dans la couverture de la dépense azotée endogène spécifique. *Arch. intern. Physiol.*, 1930, **33**, 60-85.
60. TERROINE (E. F.) et Mlle BOY (G.). — La répartition des composés azotés de l'urine dans la dépense azotée endogène minima et dans l'alimentation protéique ; le problème de l'existence et de la grandeur des réserves albuminoïdes. *C. R. Ac. Sc.*, 1931, **193**, 1034-1037.
61. TERROINE (E. F.), BRECKMANN (E.) et FEUERBACH (A.). — La composition des organismes et les problèmes généraux de la nutrition. *Arch. intern. Physiol.*, 1923, **20**, 446-486.
62. TERROINE (E. F.), Mlle CHAMPAGNE (M.) et Mlle MOUROT (G.). — La répartition des représentants urinaires du métabolisme azoté et sa signification physiologique. III. La dépense azotée spécifique minima chez les diverses espèces d'homéothermes. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1933, **15**, 203-235.

63. TERROINE (E. F.) et MAHLER-MENDLER (A. M.). — Le métabolisme de l'azote pendant la croissance. *Arch. intern. Physiol.*, 1927, **28**, 43-86.
64. TERROINE (E. F.) et MME SORG-MATTER (H.). — Loi quantitative de la dépense azotée minima des homéothermes, validité interspécifique. *Arch. intern. Physiol.*, 1927, **29**, 121-132.
65. TERROINE (E. F.), TRAUTMANN (S.) et SCHNEIDER (J.). — Grandeur des échanges au cours de l'inanition chez les homéothermes et notion de masse active. *Ann. de Physiol. et de Physicochim. biol.*, 1926, **2**, 468.
66. VAN SLYKE (D. D.) et MEYER (G. M.). — The fate of protein digestion products in the body The absorption of amino acids from the bloods by tissues. 1913, **16**, 197-212. The locus of chemical transformation and transformation of absorbed amino-acids. 1913, **16**, 212-231. The effects of feeding and fasting on the amino acids content of the tissues. *J. biol. Chem.*, 1914, **16**, 231-233.
67. VOIT (E.). — Die Abnahme der Skeletts und der Weichteile bei Hunger. *Ztschr. f. biol.*, 1905, **46**, 167-197.
68. WEISS (F.). — Untersuchungen über die Bildung des Lachsprotamins. *Ztschr. f. physiol. Chem.*, 1907, **52**, 107-120.
69. ZAGAMI (V.). — Sulla rialimentazione dopo il digiuno. Intorno al diverso valore alimentare ricostruttivo dei legumi e dei cereali. *Quaderni del Nutrizione*, 1935, **2**, 252-310.
70. ZAGAMI (V.), CURATOLO (A.) e CAPRARO (V.). — Sulla rialimentazione dopo il digiuno. Intorno al comportamento del metabolismo azotato durante i processi ricostruttivi nella rialimentazione dopo digiuno. *Riv. di Biol.*, 1936, **20**, 5-22.

